



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Tecnología de la Construcción

Monografía

**DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL
CASCO URBANO DE LA PAZ CENTRO.**

Para optar al título de ingeniero civil

Elaborado por

Br. Manglio René Sánchez Sierra

Tutor

Ing. José Ángel Baltodano

Managua, Octubre 2018

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado primeramente a Dios ya que me ha dado la oportunidad tener un día más de vida.

El agradecimiento a la mis padres por apoyarme desde niño par que cumpla todos las metas que me proponga, a mi esposa y mi hijo que han sido un motor más fuerte para salir adelante para el futuro de todos .

A mis abuelos que han sido incondicionales para mí desde mi nacimiento inculcándome valores morales y espirituales para el buen desarrollo ante la sociedad, aunque dos de ellos ya no estén entre nosotros sé que les llena de orgullo el sacrificio que hicimos para culminar esta meta.

RESUMEN EJECUTIVO.

El presente proyecto tiene como objetivo el diseño de abastecimiento de agua potable en el casco urbano de La Paz Centro. Siendo este un municipio del departamento del Leon, para que los mismos puedan mejorar la calidad de vida a través de la construcción de una nueva red para su buen funcionamiento.

La localidad para el año 2013 constaba de una población urbana de 20,943 habitantes. Existe un diseño de distribución de agua potable que está desde los años 60, en el 2012 la alcaldía y enacal llevaron a cabo una mejora en las tuberías sobre la misma red. El cual desde varios años había presentado dificultad para la ampliación de esta para la demanda de la población que está incrementando, aumentando las conexiones ilegales, problemas para el abastecimiento de la demás población y de las reparaciones del sistema.

Se realizó un levantamiento topográfico estableciendo una línea de conducción de 1880.52 ml de tubería y la red de distribución 38560.86 ml de tubería. Se dibujó un juego de planos con 10 láminas el cual detallan el tipo de tubería a instalar la distribución de la red, los perfiles de la línea de conducción, la ubicación de los tanques de almacenamiento.

El sistema está diseñado a partir de las normas técnicas de diseños de abastecimiento de agua potable, tomando en cuenta las principales características que posee la zona y con los criterios hidráulicos que garanticen el buen funcionamiento eficiente durante su vida útil.

El proyecto comprende el dimensionamiento de diámetros de la tubería más adecuados de la línea de conducción, red de distribución y conexiones domiciliarias, así mismo el dimensionamiento del tanque de abastecimiento.

El diseño hidráulico del sistema se realizó con la ayuda del software Epanet, en el cual se definen los principales parámetros hidráulicos como: caudal, presión, diámetros y velocidades.

Las obras comprendidas dentro del proyecto de diseño de abastecimiento de agua potable en el casco urbano de La Paz Centro, se presupuestaron con el fin de obtener un costo aproximado a su costo real. Los costos directos comprenden a rubros de costo de materiales, transporte, mano de obra y equipo. Se utilizó costos unitarios de la industria de construcción de obras horizontales.

La obra asciende a un costo total de C\$ 74, 264,613.82 (setenta y cuatro millones, doscientos sesenta y cuatro mil, seiscientos trece córdobas con 82/100 centavos de córdobas)

INDICE

I. GENERALIDADES	1
1.1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.2 ANTECEDENTES.....	2
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	4
1.4 OBJETIVOS.....	5
1.4.1 OBJETIVO GENERAL.....	5
1.4.2 OBEJTIVOS ESPECIFICOS.....	5
II. DESCRIPCION GENERAL	6
2.1 INFORMACIÓN GENERAL.....	6
2.2 POBLACION Y VIVIENDA	8
2.3 SERVICIOS PUBLICOS	9
2.3.1 Educación	9
2.3.2 Salud	10
2.3.3 Energía Eléctrica.....	10
2.3.4 Telecomunicaciones	10
2.4 ACTIVIDADES ECONOMICAS.....	11
2.5 VIAS DE COMUNICACIÓN	12
2.6 TOPOGRAFIA DEL TERRENO	13
2.7. ECOLOGÍA	13
2.7.1 Flora	13
2.7.2 Fauna	14
2.8 CONDICIONES HIGIENICAS	14
III. MARCO TEORICO.....	15
3.1 INVESTIGACIÓN DE LOS RECURSOS HIDRICOS DE LA REGIÓN.	15
3.2 AGUAS SUPERFICIALES	16
3.3 AGUAS SUBTERRANEAS	17
3.4 OBRAS DE CAPTACION.....	17
3.5 PRUEBA DE BOMBEO	17
3.5.1 Pozos	18
3.6 ESTACION DE BOMBEO	19
3.6.1 Tipos de bombas	19

3.6.1.1 Bombas centrifugas horizontales	19
3.6.1.2 Bombas centrifugas verticales	20
3.6.1.3 Bombas sumergibles	20
3.7 SISTEMA DE CONDUCCIÓN Y DISTRIBUCION.....	20
3.7.1 Red de distribución	20
3.7.1.1 Sistema por gravedad.....	21
3.7.2 Diseño de la red	21
3.7.3 Funciones de la red de distribución	22
3.7.4 Información necesaria para el diseño de la red de distribución.....	22
3.8 PARÁMETROS DE DISEÑO.	23
3.8.1 Velocidades permisibles	23
3.8.2 Presiones mínimas y máximas.	23
3.8.3 Diámetro mínimo.	24
3.8.4 Cobertura sobre tuberías.....	24
3.8.5 Resistencia de la tubería y su material.	24
3.9 SALA DE CLORACIÓN.....	24
3.9.1 criterios de generales.	25
3.9.2 Equipos de control y medición.	25
3.9.2.1 Equipos para aplicar hipoclorito en solución.....	25
3.9.2.2 Hipoclorador de orificio de carga constante.....	26
3.9.2.3 Equipos para aplicar cloro gaseoso	26
3.9.2.3.1 Cloradores de aplicación directa.....	26
3.9.2.3.2 Cloradores de aplicación al vacío.	28
IV. DISEÑO METODOLOGICO.....	30
4.1 SISTEMA DE ABASTECIMIENTO	30
4.1.1 Dotación y población a servir.	30
4.1.1.1 Dotación del agua.....	30
4.1.1.2 El nivel de servicio	30
4.1.2 tasa de crecimiento poblacional.....	30
4.1.3 proyección de población.....	31
4.1.4 Proyección de Consumo	31
4.1.4.1 Consumo Doméstico.	31
4.1.4.2 Consumo Institucional.	32

4.1.4.3 Pérdidas.....	32
4.1.4.4 Consumo Promedio Diario.	32
4.1.5 Variaciones de consumo.....	32
4.1.5.1 Consumo promedio diario (CPD).	32
4.1.5.2 Consumo promedio diario total (CPDT).	32
4.1.5.3 Consumo máximo día (CMD).	32
4.1.5.4 Consumo de máxima hora (CMH).	33
4.1.6 Período de diseño.....	33
4.2 BOMBEO.....	34
4.2.1 Diseño de pozo.....	34
4.2.2 Estaciones de Bombeo.....	34
4.2.2.1 Caudal de Bombeo	34
4.2.2.2 Carga total dinámica	34
4.2.2.2.1 perdidas por cota topográficas.....	35
4.2.2.2.2 perdidas columna de bombeo (3.1.3).....	35
4.2.2.2.3 perdidas por fricción en la tubería	36
4.2.2.2.4 Perdidas en Accesorios.	37
4.2.2.3 Potencia de la Bomba y Motor	37
4.2.2.3.1 Potencia Hidráulica	37
4.2.2.3.2 Potencia Real.....	37
4.2.2.3.3 Potencia del Motor.....	37
4.2.3 línea de suministro al tanque.....	38
4.2.3.1 Caudal de diseño	38
4.2.3.2 Diámetro	38
4.2.3.3 Golpe de ariete	38
4.2.3.3.1 velocidad de propagación de ondas.....	38
4.2.3.3.2 sobre presión de golpe de ariete	39
4.2.3.4 Análisis económico	39
4.2.3.4.1 costo anual de tubería	39
4.2.3.4.2 costo anual de energía	40
4.2.3.4.3 costo anual equivalente total	40
4.2 CLORACIÓN.	40
V. ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS	41

5. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ACTUAL DE ABASTECIMIENTO DE AGUA.	41
5.1. FUENTE DE ABASTECIMIENTO.	41
5.2. ESTACION DE BOMBEO	42
5.3 CALIDAD DEL AGUA	43
5.4 LINEA DE CONDUCCIÓN	43
5.5 TANQUE DE ALMACENAMIENTO.	43
5.6 LINEA DE DISTRIBUCIÓN.	44
5.7 RESULTADOS DE ANALISIS HIDRAULICOS.	45
5.8 ESTUDIO DE POBLACION Y CONSUMO.	45
5.9 FUENTES DE ABASTECIMIENTO	49
5.10 LINEA DE CONDUCCIÓN.	49
5.10.1 Determinación de las características del equipo de bombeo	49
5.10.2 Determinación de diámetro de descarga.	50
5.10.3 Determinación de las pérdidas.	50
5.10.4 Análisis técnico económico de línea de conducción por bombeo	51
5.10.5 Determinación de diámetro técnico económico cumple con las normas.	55
5.10.6 Determinación de clase de tubería.	56
5.10.7 Clase de tuberías.	56
5.10.8 Selección de bomba.	56
5.11 RED DE DISTRIBUCION	57
5.11.1 Análisis Hidráulicos.	60
5.11.1.1 Resultados hidráulicos en condición CMH de los pozos #5 y #6 sector norte.	60
5.11.1.2 Resultados hidráulicos en condición demanda cero de los pozos #5 y #6 sector norte.	63
5.11.1.3 Resultados hidráulicos condición CMH pozos #4 sector sur.	65
5.11.1.4 Resultados hidráulicos en condición demanda cero pozos #4 sector sur.	67
5.11.1.5 Resultados hidráulicos en condición consumo coincidente de los pozos #5 y #6 sector norte.	69
5.11.1.6 Resultados hidráulicos en condición consumo coincidente del pozos #4 sector sur.	72
5.12 ALMACENAMIENTO.	74
5.12.1 Capacidad del tanque.	74
5.13 TRATAMIENTO	76

5.13.1	Cloradores gaseosos de funcionamiento al vacío.....	76
5.13.1.1	Capacidad requerida de la sala de cloración.....	76
5.14	COSTOS DEL PROYECTO.....	77
5.14.1	COSTO TOTAL DE LA OBRA	77
5.14.2	RESUMEN DE LOS COSTOS DEL PROYECTO.....	77
VI.	INDICADORES TECNICOS DE LA RED	78
	CONCLUSIONES.....	79
	RECOMENDACIONES.....	81
	BIBLIOGRAFIA.....	82

I. GENERALIDADES

1.1 INTRODUCCIÓN.

En todas las partes del mundo, el abastecimiento de agua es vital para el desarrollo de las sociedades. Nuestro país no escapa a esta realidad y por tanto es necesario crear, mantener, modernizar y rediseñar las redes de abastecimiento que permitan la optimización de este servicio.

La Paz Centro es un municipio que tiene una superficie total de 692 km² distribuido en 25 barrios, con una población urbana de 20,943 habitantes en el 2013. De los cuales, solamente existe una cobertura de abastecimiento del 44%.

La mala planificación urbana que ha tenido el municipio ha interferido con la buena calidad del servicio, el aumento de negocios como la venta de quesillos, elaboración de ladrillos de barro y la siembra que hacen del beneficio de desarrollo financiero y turístico a la localidad requieren que el servicio sea óptimo.

En base a lo anterior, el presente estudio, pretende desarrollar una propuesta para el **diseño de red de abastecimiento de agua potable en el casco urbano de la Paz Centro**, obteniendo así un mejor acceso de la población a este servicio mejorando calidad de vida en la sociedad, brindando una gran ayuda a todas las entidades que intervengan así como MARENA, ENACAL, Alcaldía Municipal realizándolo con parámetros y estándares modernos regidos por las normas de INAA.

1.2 ANTECEDENTES.

El municipio de La Paz Centro es producto de inmigraciones de la ciudad colonial de León Viejo abandonada por la erupción del volcán Momotombo en el siglo XVII.

Originalmente el asentamiento urbano se localizó en un lugar denominado Hato de Las Palmas, posteriormente conocido como San Nicolás de los Naboríos o Naboria, a partir de 1610. También se conoció en esa época con el nombre de Pueblo Nuevo. El fundador fue el rico hacendado Don Nicolás de la Torre.

De acuerdo al FISE (2012), estima que en Nicaragua el acceso al agua potable mejoró de un 74 por ciento en 1990, a un 85 por ciento en 2008 y que es probable que Nicaragua logre alcanzar el Objetivo de Desarrollo del Milenio (ODM) de la cobertura del 87 por ciento para el año 2015, los retos continúan en el sector de agua y saneamiento, especialmente en el sector rural

Unas de las principales problemáticas que afectan a la zona urbana y rural de la ciudad de La paz Centro según informe presentado por Alcaldía Municipal, es una cobertura limitada, racionamiento de agua, pérdidas en el sistema, ausencia de medidores y problemas de calidad de agua.

El total de usuarios a los que se le brinda el servicio es de 6,472, representa el 44%, el resto de los usuarios el 56% (3,624) adquieren este servicio de manera ilegal y a través de pozos artesanos. La distribución del servicio es de la siguiente manera: 80.25% en el área urbana y 19.77% en el área rural. Según la delegación ENACAL, para el municipio, no existen registros oficiales del número real de usuario de la red, ya que únicamente se opera con datos de usuarios legales¹.

¹ www.lapazcentro.com

El sistema de abastecimiento existente se diseñó y construyó los años 60 con tuberías de asbesto cemento, el cual está obsoleto ya que se planeó para una vida útil de 20 años, en el año 2002 se propuso realizar un estudio para el cambio de la red de tubería el cual se llegó a construir en 2012 debido a que no se obtenía financiamiento.

En la ejecución del proyecto hubieron muchas fallas en las cuales no se dejó según el diseño planteado; se dejaron tuberías PVC que corresponden a la nueva red sin funcionar, no se desinstalo red antigua dejando habilitadas algunas líneas de conducción a la nueva red siendo así un problema para la población y el ente regulador al momento de una falla.

1.3 JUSTIFICACIÓN.

El notable déficit de cobertura de la red de abastecimiento en la municipalidad ha provocado que la calidad de vida de las personas disminuya así también en carácter económico.

En la mayoría de los lugares que cubre la red de agua instalada tienen molestia ya que la presión de agua que les llega a sus viviendas no es la suficiente, las familias que tienen viviendas de dos plantas son las principales en quejarse con las instituciones correspondientes.

Las reparaciones en las tuberías son unas las grandes debilidades que tiene la institución ya que no se logra identificar donde es la falla, otra de las debilidades es que no cuenta con válvulas de control, al atender la reparación dejan sin el servicio a todo el casco urbano de la municipalidad.

Con esta investigación se pretende realizar un diseño que satisfaga todas la problemáticas que se presentan como la falta de válvulas de control, ubicación de nuevos hidrantes, todo para una población de diseño de 20 años. Contará con todos los parámetros proporcionados por INAA para que la ciudadanía obtenga un mejor balance en la calidad y cobertura de abasteciendo de agua reduciendo las fallas de la red y las empresas correspondientes tengan un dato exacto de todas las personas a las cuales se les brindan el servicios.

La elaboración de este diseño estará elevando las condiciones de vida de dichos pobladores y reduciendo drásticamente el índice de enfermedades de origen hídrico, que inquietan a la población de esta localidad, cubriendo una gran parte de asentamientos los cuales no han sido beneficiados.

1.4 OBJETIVOS.

1.4.1 OBJETIVO GENERAL.

Diseñar de un sistema de abastecimiento de agua potable en la ciudad de La Paz Centro.

1.4.2 OBEJTIVOS ESPECIFICOS.

1. Determinar la población y consumo actual por medio de un estudio socioeconómico de la población de la ciudad de La Paz Centro.
2. Realizar el diagnóstico del sistema existente.
3. Proponer alternativas para mejorar el sistema existente, evaluando el comportamiento hidráulico del sistema con el programa EPANET.
4. Elaborar los planos constructivos del sistema.
5. Elaborar el presupuesto necesario para dicha obra.

II. DESCRIPCION GENERAL

2.1 INFORMACIÓN GENERAL.

El municipio de La Paz Centro es uno de los lugares el cual tiene muchas visitas de los turistas extranjeros y nacionales, presenta turismo de aventura, deportivo, religioso, histórico, descanso, gastronómico, estudio, científico, salud, cultural, contemplativo y ecoturismo.

Gastronomía típica muy reconocida de la ciudad (quesillo y tiste), la artesanía decorativa y la elaboración de ranchos de palma, sitios Ruinas de León viejo, volcanes, islas, ríos, fuentes termales, etc.

Está ubicado entre coordenadas 12° 20' de latitud norte y 86° 40' de longitud oeste y una Altitud de 67.18 msnm

Coordenadas de la Entrada Principal de La Paz Centro.

UTM - 16P 535214.95 E

1363646.37 N

GMS - Lat. 12.335254°

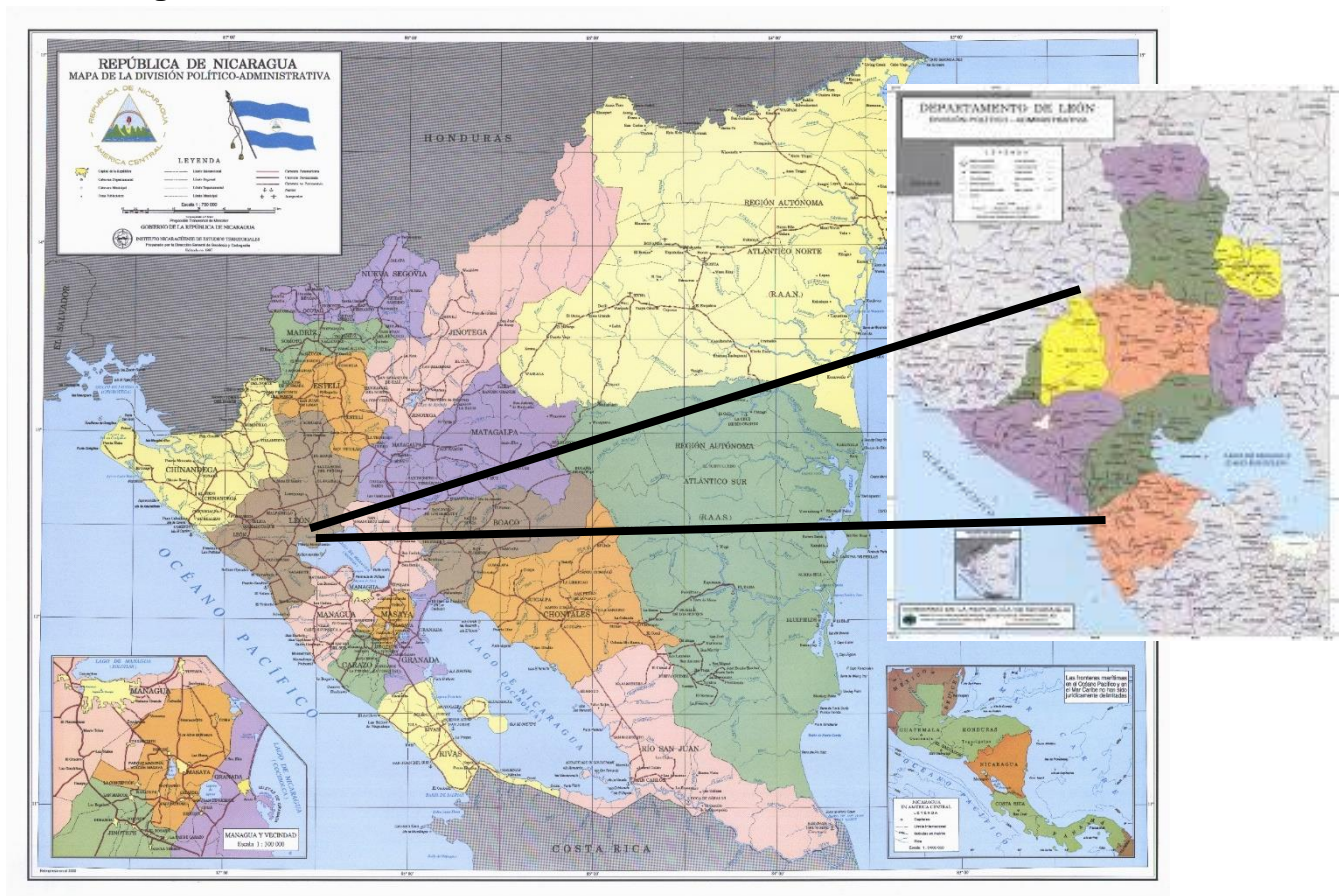
Long. -86.676144°

Se encuentra en una zona climática de la sabana, siendo su precipitación anual de 500 – 2000 mm máximo. Posee dos estaciones: estación lluviosa y estación seca.

La temperatura media anual es de 27°C, la humedad relativa media anual es de 76 %. La velocidad media anual de los vientos es de 1.8 m/seg, 5.75 Km/h, con un mínimo de 3.25 Km/h y un máximo de 10.15 Km/h.

En la figura No.1 se presenta la macro localización y en la figura No.2 se presenta el micro localización del municipio.

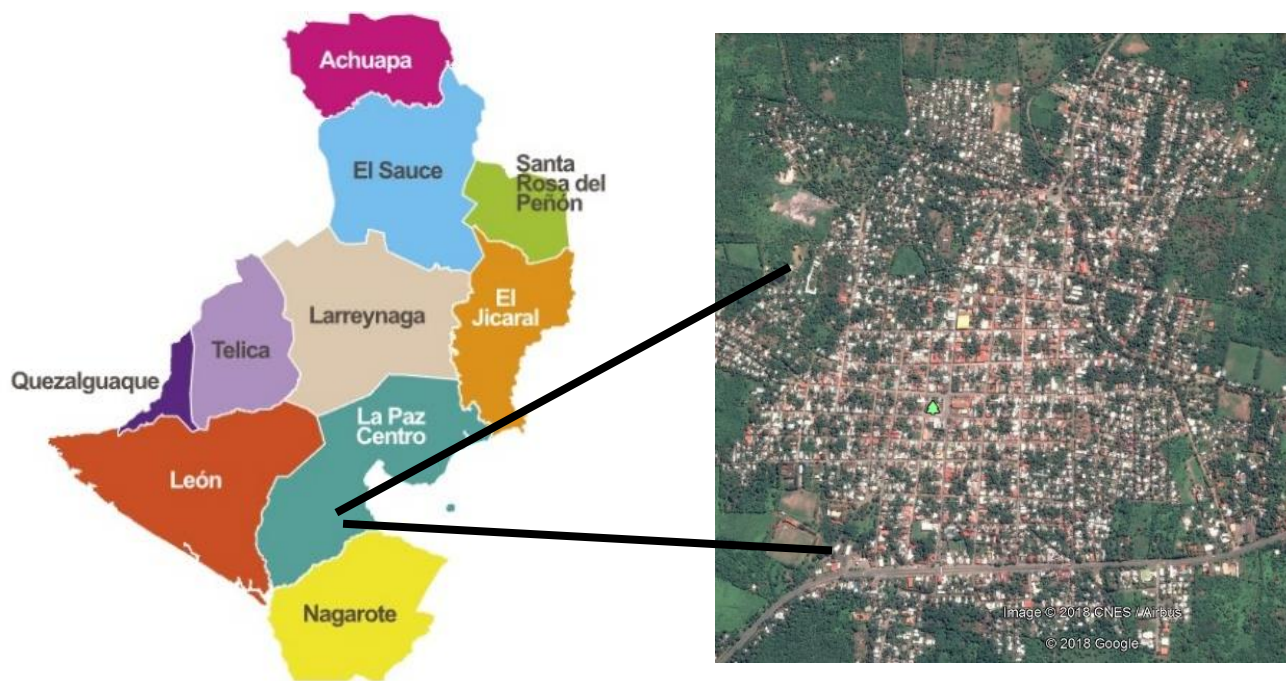
Figura No 1 Macro localización.



Fuente: INETER²

² INETER: Instituto Nacional de Estudios Territoriales.

Figura No 2 Micro localización.



División municipal del depto. León
de La Paz Centro

Casco urbano

Fuente: Google Earth³, Info Nica

2.2 POBLACION Y VIVIENDA

En el municipio de La Paz Centro existe un total de 7,078 viviendas, divididas en 5,036 familias (área urbana 62.3 %) y 2,042 familias (área rural 37.7 %). Se refleja un déficit de viviendas del 25 %. La concentración de las viviendas se da en el núcleo urbano de la cabecera municipal y caseríos en algunas comunidades.

Población Urbana y Rural: 31,732 Habitantes

Población Urbana: 20,943 habitantes (66%)

Población Rural: 10,789 habitantes (34%)

³ Google Earth es un programa informático que muestra un globo virtual que permite visualizar múltiple cartografía, con base en la fotografía satelital

Tabla No 1 Población.

Comunidades	Viviendas Actuales	No. Familias	Déficit de Viviendas	Población por Sexo		Total Población
				M	F	
25	5,467	7,282	1,815	15,750	15,982	31,732

Fuente: Alcaldía Municipal La Paz Centro, 2013.

2.3 SERVICIOS PUBLICOS

2.3.1 Educación

El municipio de La Paz Centro cuenta con 37 edificios los que se aprovechan como centros educativos en las siguientes modalidades: 27 son de educación primaria, 7 de secundaria y 9 Centro de Preescolar formales y 19 Comunitarios. El Municipio cuentan con una población estudiantil de 7,671 alumnos, 260 profesores.

Tabla No.2 Distribución de la Población Estudiantil

Nivel Educativo	Centros	Alumnos	Maestro
Preescolar	3	1,477	57
Primaria	27	4,206	146
Secundaria	7	1,988	57
Total	37	7,671	260

Fuente. Mined⁴

⁴ Mined: Ministerio de Educación.

2.3.2 Salud

Entre las enfermedades que frecuentemente afectan a los niños se destacan, las Infecciones Respiratorias Agudas (IRA), en menores de 5 años, siendo la neumonía una de las IRA de mayor gravedad e importancia. La otra causa de mucha importancia y frecuencia la constituyen las Enfermedades Diarreicas Agudas (EDA), siendo los menores de 5 años los más afectados.

Brotes Epidémicos de: Dengue, Leptospira, Diarrea y Cólera, Malaria, Influenza Humana y Neumonías.

Consta con 11 puestos de salud el cual están organizados de la siguiente manera, 6 en el área rural y 5 en el área urbana. En el área rural 4 puestos de salud tipo B y 2 de tipo A, con un médico. En el área urbana 2 puestos de salud tipo A, 2 puestos de salud tipo B. En la cabecera municipal un centro de salud materno infantil tipo B, que es el lugar de referencia de los otros centros, cada una de estas instalaciones cuenta con un responsable.

2.3.3 Energía Eléctrica

Cuenta con el servicio público de Energía domiciliar, la cual está a cargo, de la Distribuidora de Electricidad del Norte S.A. (DISNORTE), brinda servicio a un total de 5,267 abonados.

Existe un déficit de energía eléctrica del 30% a nivel municipal, se distribuye a través de 3 Km de líneas primarias y 13 Km de líneas secundarias. En el sector rural se distribuye a lo largo de 108 Km de líneas primarias. Esta red de distribución atiende a 20 comarcas de las 25 que existen en la jurisdicción del municipio, para una cobertura global del 70%.

2.3.4 Telecomunicaciones

Cuenta con el servicio de teléfonos y correos cuya administración está a cargo de la Empresa Nicaragüense de Telecomunicaciones (ENITEL). Cuenta con una planta con capacidad de 500 líneas de las que existen un total de 467 abonados a nivel municipal, también presta servicio de correo y telégrafo.

2.4 ACTIVIDADES ECONOMICAS

El municipio de La Paz Centro se caracteriza por ser una zona agrícola, ganadera y forestal, se cultivan granos básicos, hortalizas y cultivos industriales. Se siembran cultivos anuales como el maíz, frijol, sorgo industrial y soya como productos de consumo interno, ajonjolí, maní, caña de azúcar y arroz como cultivos de agro exportación. La ganadería es de doble propósito producción de carne y leche (ganado mayor). La producción de tejas, ladrillos y artesanía de barro, producción de quesillos, producción de sal, camaroneras y la promoción del turismo en menor escala.

Tabla No. 3 Fuente económica.

Sector pequeña industria y comercio	
Rubro	cantidad
Panadería	17
Pulperías	175
Sastrería	46
Herrerías	1
Comedores	15
Farmacias veterinarias	6
Farmacias	15
Almacenes	9
Bares	14
Molinos	12
Carpinterías	5
Hospedajes	4
Taller mecánico	7
Ventas de quesillo (restaurantes)	2
Gasolineras	1

Fuente: alcaldía de la paz centro

2.5 VIAS DE COMUNICACIÓN

En el municipio de La Paz Centro, existen tres tipos de vías: Interregional, Intermunicipal e Inter comarcales clasificadas de acuerdo a su importancia en el municipio y al flujo vehicular que circula en ellas.

- Carretera Interregional

Corresponde al tramo de la carretera panamericana que atraviesa el municipio de Este a Oeste, Tiene una longitud de 24 Km. Este corredor posee el flujo vehicular más importante del municipio, ya que es una vía internacional, en el que circulan vehículos provenientes de los países del Sur y Norte de Centroamérica y la región central del país.

- Carretera Intermunicipal

Representada por tres tramos, el primero incluye aproximadamente 11.5 Km y parte del empalme hacia la comunidad de Momotombo, Por este camino circula un flujo vehicular de aproximadamente 30% menos que en la carretera panamericana, ya que está compuesto principalmente por la población rural procedente de la cabecera municipal de La Paz Centro hacia Malpaisillo y comunidades rurales del Norte del Municipio.

El segundo tramo comprende desde el empalme hacia la comunidad de Momotombo y Mira lagos, hacia las comunidades de La Fuente y Tecuaname, tiene una longitud total de 27 Km y, su importancia radica en establecer la línea de comunicación directa entre las cabeceras municipales de La Paz Centro y Malpaisillo, con la vía hacia San Isidro, departamento de Matagalpa. Este tramo de camino es de gran importancia, por la presencia de las áreas agrícolas del municipio y por ubicarse dentro de la zona de mayor potencial forestal y turístico.

El tercer tramo de esta categoría parte del empalme de Izapa hasta la comunidad del El Tamarindo, tiene una longitud de 4.5 Km, se considera de importancia porque comunica con los departamentos del Sur del país hacia los departamentos de Managua, Masaya, Granada y Rivas.

El transporte en el municipio está clasificado de acuerdo al tipo de servicio brindado, de la siguiente manera: transporte de pasajeros interurbano e

intermunicipal, transporte selectivo de Taxis (7), Moto taxis (122), Bici taxis y transporte de carga.

2.6 TOPOGRAFIA DEL TERRENO

El municipio consta de diferentes tipos de topografía y se clasifican en zonas:

- Zona de la Cordillera de Los Maribios.

Esta zona se caracteriza por ser muy escarpada, con fuertes pendientes y suelos frágiles, poco profundos o superficiales.

- Zona del Piedemonte.

Es el área comprendida entre las cotas 200 y 300 msnm, incluye la planicie Miramar, de topografía inclinada.

- Zona de la Planicie Larreynaga.

Es el área que se ubica al Norte del municipio entre los complejos volcánicos de la cordillera de Los Maribios. Presenta los mejores suelos con potencial productivo agropecuario, de topografía suavemente ondulada con pendientes de 8 a 15%.

- Zona Llanos de Izapa y Sinecapa.

Esta zona se ubica en el sector Sur del municipio, en el extremo Noreste del territorio colindando con la planicie Larreynaga. Los llanos se localizan en las áreas bajas y depresionales del municipio, están constituidos por extensas planicies con suelos con textura muy pesada con drenaje imperfecto.

2.7. ECOLOGÍA

2.7.1 Flora

Las características fisiográficas del municipio propician la existencia de una rica diversidad de especies silvestres de flora, de biodiversidad en general principalmente en las reservas naturales áreas protegidas Volcán Momotombo, Volcán Pilas-El Hoyo y áreas de amortiguamiento. La vegetación dominante

corresponde a la de un bosque tropical seco, con un dosel muy abierto que contienen remanentes de especies que están amenazadas y en riesgo de extinción debido a la extracción selectiva de especies de árboles maderables (caoba, cedro, pochote), leña, el pastoreo extensivo estacional, expansión de áreas agropecuarias, las quemas agrícolas y los incendios forestales intencionados, asociados con las amenazas naturales (temblores, derrames de lava, gases, cenizas, deslaves, sequías, huracanes e inundaciones). Es uno de los ecosistemas que merecen prioridad en la conservación de la biodiversidad y desarrollo de la investigación científica en cuanto al manejo, protección y conservación de especies nativas de la zona.

2.7.2 Fauna

La fauna silvestre de los ecosistemas que rodean las reservas naturales Volcán Momotombo y Volcán Pilas-El Hoyo, ha sido fuertemente impactado por factores adversos que afectan las poblaciones de las faunas silvestres entre los que se destacan, la deforestación, los incendios forestales, el tráfico ilegal de mascotas, el avance de la ganadería extensiva y la cacería indiscriminada sin ningún control, ejercida por cazadores furtivos locales y foráneos.

2.8 CONDICIONES HIGIENICAS

Para el tratamiento de la basura en el Municipio de La Paz Centro, la Alcaldía Municipal cuenta con un servicio de recolección y tratamiento de los desechos sólidos. Este servicio se brinda en la cabecera municipal y en las comunidades de El Tamarindo y Momotombo, para una cobertura en estas localidades del 90%.

Drenaje Sanitario, Este servicio se ofrece únicamente 60% del área urbana de la ciudad de La Paz Centro, en las comunidades rurales es inexistente, por lo que algunas viviendas poseen pozos de absorción y letrinas, la mayoría arroja las aguas servidas a la calle.

III. MARCO TEORICO

En la presente investigación se hará uso de los criterios de diseños que fueron establecidos por el Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA), a través de las Normas Técnicas: Diseño de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable en el casco urbano, por lo que todos los parámetros diseño serán en base a la misma.

Un sistema de abastecimiento de agua potable es el conjunto de tuberías, instalaciones y accesorios destinados a conducir las aguas requeridas bajo una población determinada para satisfacer sus necesidades, desde su lugar de existencia natural o fuente hasta el hogar de los usuarios. Para poder realizar un correcto abastecimiento de agua potable debemos contar con las fuentes correspondientes, de las que se deben considerar dos aspectos fundamentales a tener en cuenta:

- Capacidad de suministro.
- Condiciones de sanidad o calidad del agua.

La capacidad de suministrar debe ser la necesaria para proveer la cantidad necesaria en volumen y tiempo que requiere el proyecto de abastecimiento.

Las condiciones de sanidad o calidad del agua son claves para definir las obras necesarias de potabilización.

3.1 INVESTIGACIÓN DE LOS RECURSOS HIDRICOS DE LA REGIÓN.

Al realizar un proyecto de abastecimiento de agua se tiene que determinar el volumen necesario, por lo que se tiene que hacer es adoptar la o las fuentes de provisión de agua y para ello se realiza la investigación de los recursos hídricos de la región.

La elección de una o varias fuentes de provisión resultará de un prolijo reconocimiento de todos los recursos disponibles, seguido de un estudio pormenorizado y comparativo de sus cualidades biológicas y de los volúmenes que pueden suministrar.

Las cualidades biológicas se determinan mediante los análisis de las muestras de agua, mientras que las cantidades serán evaluadas mediante el examen detenido de la meteorología, hidrología, geología y climatología de la región.

Las fuentes que se consideran son:

- Las aguas meteóricas
- Las aguas superficiales
- Las aguas subterráneas

Todas ellas tienen el origen común en las precipitaciones meteóricas y están influenciadas por su calidad e intensidad.

3.2 AGUAS SUPERFICIALES

Son aquellas que circulan sobre la superficie del suelo. Esta se produce por la esorrentía generada a partir de las precipitaciones o por el afloramiento de aguas subterráneas. Pueden presentarse en forma corrientosa, como en el caso de corrientes, ríos y arroyos, o quietas si se trata de lagos, reservorios, embalses, lagunas, humedales, estuarios, océanos y mares.

Para propósitos regulatorios, suele definirse al agua superficial como toda agua abierta a la atmósfera y sujeta a esorrentía superficial. Una vez producida, el agua superficial sigue el camino que le ofrece menor resistencia. Una serie de arroyos, riachuelos, corrientes y ríos llevan el agua desde áreas con pendiente descendente hacia un curso de agua principal.

3.3 AGUAS SUBTERRANEAS

El agua subterránea representa una fracción importante de la masa de agua presente en los continentes. Esta se aloja en los acuíferos bajo la superficie de la Tierra. El volumen del agua subterránea es mucho más importante que la masa de agua retenida en lagos o circulante, y aunque menor al de los mayores glaciares, las masas más extensas pueden alcanzar millones de kilómetros cuadrados. El agua del subsuelo es un recurso importante y de este se abastece a una tercera parte de la población mundial, pero de difícil gestión, por su sensibilidad a la contaminación y a la sobreexplotación.

3.4 OBRAS DE CAPTACION

Una vez investigados los recursos hídricos de una región, se está en condiciones de determinar en función del proyecto que se está realizando obras de captación necesarias para proveer de la cantidad de agua necesaria.

Según sea el recurso a explotar se tendrá distintos tipos de obras de captación, por ejemplo, en el caso de aguas superficiales las obras pueden ser tomas sumergidas o semi-sumergidas, para las aguas subterráneas la perforación de pozos hasta llegar a los acuíferos, y para el caso de aguas meteóricas una serie de obras destinadas a recoger y conducir el agua de las lluvias hacia los puntos de recogida y almacenamiento.

3.5 PRUEBA DE BOMBEO⁵

Realizadas las investigaciones anteriores, se requiere una prueba de bombeo. Para ello pueden utilizarse los pozos de prueba, o un pozo permanente con uno o más pozos de observación, que estarán a 4 o 5 metros de distancia de la perforación principal y tendrán diámetro mínimo de 100 mm (4").

⁵ Normas Técnicas: Diseño de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable (NTON 09001- 99) – INAA

La duración mínima de la prueba de bombeo será de 48 horas. Durante este bombeo se obtendrá la siguiente información:

- Nivel estático inicial en cada pozo.
- Caudal del bombeo, por lo menos cada hora.
- Nivel del agua cada minuto los primeros 5 minutos, cada 5 minutos los siguientes 30 minutos, cada 10 minutos los siguientes 30 minutos y cada media hora el tiempo restante.

Inmediatamente que se paren los equipos de la prueba de bombeo se medirán los niveles de recuperación del acuífero hasta su recuperación total con un mínimo de 8 horas de medición a como sigue: los primeros 10 minutos cada 1 minuto, los segundos 20 minutos cada 5 minutos, los siguientes 30 minutos cada 10 minutos, los siguientes a cada 30 minutos.

Se tomarán por lo menos 2 muestras del agua bombeada durante la prueba a la mitad del tiempo de prueba y al final de ésta. En caso de que haya o pueda haber variación significativa en la calidad del agua, las muestras se tomarán a intervalos menores suficientes para indicar dichas Variaciones. Si la capacidad del acuífero es incierta, se deben registrar los niveles del agua en los pozos de Observación, con una exactitud de 10 centímetros.

3.5.1 Pozos

Tipos de pozos

La selección de la clase de pozo que se necesita dependerá de los factores siguientes:

- Calidad y cantidad de agua requerida
- Profundidad del agua subterránea
- Condiciones geológicas
- Disponibilidad de equipo para la construcción de pozos
- Factores económicos.

Las características de los pozos se establecerán de acuerdo con lo siguiente:

- Construcción de dos pozos por lo menos.
- El rendimiento total debe ser mayor que el consumo diario máximo.
- El diámetro del pozo se determinará en base del rendimiento requerido y de la profundidad, teniendo en cuenta que las dimensiones pueden estar controladas por la disponibilidad de facilidades de construcción.

3.6 ESTACION DE BOMBEO

Las estaciones de bombeo son un conjunto de estructuras civiles, equipos, tuberías y accesorios, que toman el agua directa o indirectamente de la fuente de abastecimiento y la impulsan de a un reservorio de almacenamiento o directamente a la red de distribución.

3.6.1 Tipos de bombas

Las bombas más frecuentemente usadas en el abastecimiento de agua son las bombas centrífugas, horizontales y verticales, y las bombas sumergibles. El proyectista de acuerdo a las características del proyecto, seleccionará el tipo de bomba más adecuada a las necesidades del mismo.

3.6.1.1 Bombas centrífugas horizontales

Son equipos que tienen el eje de transmisión de la bomba en forma horizontal. Tienen la ventaja de poder ser instaladas en un lugar distinto de la fuente de abastecimiento, lo cual permite ubicarlas en lugares secos, protegidos de inundaciones, ventilados, de fácil acceso, etc.

Este tipo de bomba se debe emplear en cisternas, fuentes superficiales y embalses. Por su facilidad de operación y mantenimiento es apropiado para el medio rural. Su bajo costo de operación y mantenimiento es una ventaja adicional.

3.6.1.2 Bombas centrífugas verticales

Son equipos que tienen el eje transmisión de la bomba en forma vertical sobre el cual se apoya un determinado número de impulsores que elevan el agua por etapas. Deben ubicarse directamente sobre el punto de captación, por lo cual casi se limita su uso a pozos profundos. Estas bombas se construyen de diámetros pequeños, a fin de poder introducir las en las perforaciones de los pozos, los cuales exigen diámetros pequeños por razones de costo.

La ventaja principal de estos equipos es su versatilidad y su capacidad para trabajar en un amplio rango de velocidades. Entre sus desventajas están lo ruidosas que son y la estricta verticalidad que exige a los pozos para su instalación.

3.6.1.3 Bombas sumergibles

Son equipos que tienen la bomba y motor acoplados en forma compacta, de modo que ambos funcionan sumergidos en el punto de captación; se emplean casi exclusivamente en pozos muy profundos, donde tienen ventajas frente al uso de bombas de eje vertical. Estas bombas tienen la desventaja de poseer eficiencia relativamente bajas, por lo cual, aun cuando su costo puede ser relativamente bajo, el costo de operación es elevado por su alto consumo de energía.

3.7 SISTEMA DE CONDUCCIÓN Y DISTRIBUCION.

3.7.1 Red de distribución

En el diseño de la red de distribución, se requiere del buen criterio del Proyectista, sobre todo en aquellas localidades o ciudades en las que no se tienen planes reguladores del desarrollo de las mismas, que permitan visualizar el desarrollo de la ciudad al final del período de diseño. Los conductos y anillos

principales de la red de distribución se diseñarán de acuerdo al sistema de abastecimiento estudiado considerando si es un sistema por gravedad o por bombeo.

3.7.1.1 Sistema por gravedad

El diseño de la red de distribución se hará para tres condiciones de operación.

- a) Consumo de la máxima hora para el año último del período de diseño. En esta condición se asume una distribución razonada de la demanda máxima horaria en todos los tramos y circuitos de la red de distribución, pudiendo el caudal demandado llegar bajo dos condiciones según sea el caso:

- 1) El 100% del caudal demandado llegará por medio de la línea de conducción, fuente o planta de tratamiento, siempre y cuando no se contemple tanque de almacenamiento.

- 2) El caudal demandado llegará por dos puntos, la demanda máxima diaria por la línea de conducción y el resto aportado por el tanque de abastecimiento para completar la demanda máxima horaria.

- b) Consumo coincidente. Ese caudal corresponde a la demanda máxima diaria más la demanda de incendio ubicado en uno o varios puntos de la red de distribución.
 - c) Demanda cero. En esta condición se analizan las máximas presiones en la red.

3.7.2 Diseño de la red⁶

En el diseño de la red de distribución de una localidad, se debe de considerar los siguientes aspectos fundamentales:

⁶ Normas Técnicas: Diseño de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable (NTON 09001- 99) – INAA

- a) El diseño se hará para las condiciones más desfavorables en la red, con el fin de asegurar su correcto funcionamiento para el período de diseño.
- b) Deberá de tratarse de servir directamente al mayor porcentaje de la población dentro de las viviendas, en forma continua, de calidad aceptable y cantidad suficiente.
- c) La distribución de los gastos, debe hacerse mediante hipótesis que esté acorde con el consumo real de la localidad durante el período de diseño.
- d) Las redes de distribución deberán dotarse de los accesorios y obras de artes necesarias, con el fin de asegurar el correcto funcionamiento, dentro de las normas establecidas y para facilitar su mantenimiento.
- e) El sistema principal de distribución de agua puede ser de red abierta, de malla cerrada, o una combinación de ambas y se distribuirán las tuberías en la planimetría de la localidad, tratando de abarcar el mayor número de viviendas mediante conexiones domiciliarias.

3.7.3 Funciones de la red de distribución

Los sistemas de distribución tienen las siguientes funciones principales que cumplir.

- a) Suministrar el agua potable suficiente a los diferentes consumidores en forma sanitariamente segura.
- b) Proveer suficiente agua para combatir incendios en cualquier punto del sistema.

3.7.4 Información necesaria para el diseño de la red de distribución

- a) Plan regulador del desarrollo urbano, si es que existe, en el que se establecen los usos actuales y futuros de la tierra con sus densidades de población.
- b) Plano topográfico de la ciudad, con sus calles existentes y futuras (desarrollos futuros urbanísticos), perfiles de las calles y las características topográficas de la localidad (relieve del terreno).
- c) Servicios públicos existentes o proyectados, tales como:
 - Alcantarillado sanitario

- Alcantarillado pluvial
- Servicio de energía eléctrica
- Servicio de comunicaciones
- Acondicionamiento de las calles: (sin recubrir, con adoquines, con asfalto, etc.)

d) Estado actual de la red existente: (Diámetros, clase de tuberías, edad de las mismas); ubicación del tanque existente con sus cotas de fondo y rebose, determinación de los puntos de entrada del agua en la red desde la fuente y desde el tanque, etc.

e) Conocimiento de la ubicación de la fuente de abastecimiento que habrá de usarse con el período de diseño, así como la ubicación del futuro tanque de almacenamiento, identificándose en consecuencia los probables puntos de entrada del agua a la red de distribución.

3.8 PARÁMETROS DE DISEÑO.

En estos se incluyen las dotaciones por persona, el período de diseño, la población futura y los factores específicos (coeficientes de flujo, velocidades permisibles, presiones mínimas y Máximas, diámetro mínimo, cobertura sobre tubería y resistencia de las tuberías).

3.8.1 Velocidades permisibles

Se permitirán velocidades de flujo de 0.6 m/s a 2.00 m/s.

3.8.2 Presiones mínimas y máximas⁷.

La presión mínima residual en la red principal será de 14.00 metros; la carga estática máxima será de 50.00 metros.

⁷ Normas Técnicas: Diseño de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable (NTON 09001- 99) – INAA

3.8.3 Diámetro mínimo.

El diámetro mínimo de la tubería de la red de distribución será de 2 pulgadas (50 mm) siempre y cuando se demuestre que su capacidad sea satisfactoria para atender la demanda máxima, aceptándose en ramales abiertos en extremos de la red, para servir a pocos usuarios de reducida capacidad económica; y en zonas donde razonablemente no se vaya a producir un aumento de densidad de población, podrá usarse el diámetro mínimo de una pulgada y media 1 ½" (37.5 mm) en longitudes no superiores a los 100.00 metros.

3.8.4 Cobertura sobre tuberías

En el diseño de tuberías colocadas en calles de tránsito vehicular se mantendrá una cobertura mínima de 1.20 m, sobre la corona del conducto en toda su longitud, y en calles peatonales esta cobertura mínima será 0.70 m.

3.8.5 Resistencia de la tubería y su material.

Las tuberías deberán resistir las presiones internas estáticas, dinámicas, de golpe de ariete, y las presiones externas de rellenos y cargas vivas debido al tráfico. La sobre presión por golpe de ariete se calculará con la teoría de JOUKOWSKI, u otra similar como también por fórmulas y monogramas recomendadas por los fabricantes.

3.9 SALA DE CLORACIÓN⁸.

Las salas de cloración merecen mucha atención desde la etapa de diseño, por la importancia que este proceso tiene en la producción de agua segura y por los riesgos que involucran la operación y mantenimiento.

⁸ "Estaciones de cloración", capítulo VIII del Manual de desinfección del agua.

3.9.1 criterios de generales.

El cloro es proporcionado en cilindros metálicos resistentes, de 50 a 1.000 kilogramos, en contenedores. Puede ser utilizado en forma líquida o gaseosa.

El consumo de cloro necesario para la desinfección del agua se estima en 5 mg/L, con un mínimo de 1,0 mg/L. Para la oxidación y preparación de compuestos, se estima de acuerdo con las necesidades de tratamiento.

En instalaciones situadas en localidades distantes de los centros productores de cloro, el almacenamiento debe tener en cuenta las dificultades para la compra y transporte del producto. En instalaciones con consumo de hasta 50 kg/día, los cilindros y los equipos de cloración pueden instalarse en la misma área. En instalaciones de consumo mayor, deben instalarse en áreas separadas.

3.9.2 Equipos de control y medición.

Los equipos de cloración se fabrican en un rango de 1,5 a 4.500 kg/día de cloro gaseoso y dosificadores de cloro líquido desde 20 hasta 2.000 L/día. Es necesario determinar la capacidad del equipo que se necesita.

El caudal máximo es el del final del periodo de diseño. Cuando el diseño de la planta se hace por módulos, la estación de cloración debe centralizarse y satisfacer la producción de todos ellos. En este caso, el clorado debe satisfacer también la capacidad mínima requerida. Las características de los equipos dependen de la forma de cloro que vamos a utilizar, hipocloritos en solución o cloro líquido envasado en cilindros a presión.

3.9.2.1 Equipos para aplicar hipoclorito en solución.

Puede utilizarse cualquier tipo de dosificador para productos químicos en solución que sea resistente a la acción corrosiva del hipoclorito. Los más comunes son las bombas dosificadoras y los sistemas de orificio de carga constante. Para la medición, se utilizan rotámetros o las escalas del equipo dosificador. Las bombas dosificadoras empleadas son de tipo diafragma o

pistón diafragma, ambas de desplazamiento positivo. En todos estos equipos debe poder calibrarse la dosificación. Los hay con diferente rango de ajuste; los más usados tienen un rango de 10:1. Si la aplicación requiere una operación automática la dosificación proporcional al caudal, a la demanda de cloro o a ambos, existen en el mercado equipos que pueden cubrir este tipo de funciones. El rango de trabajo de estos equipos puede variar entre 20 L/día y 800 L/día. Ellos son capaces de inyectar la solución desde vacío hasta 28 kg/cm.

3.9.2.2 Hipoclorador de orificio de carga constante.

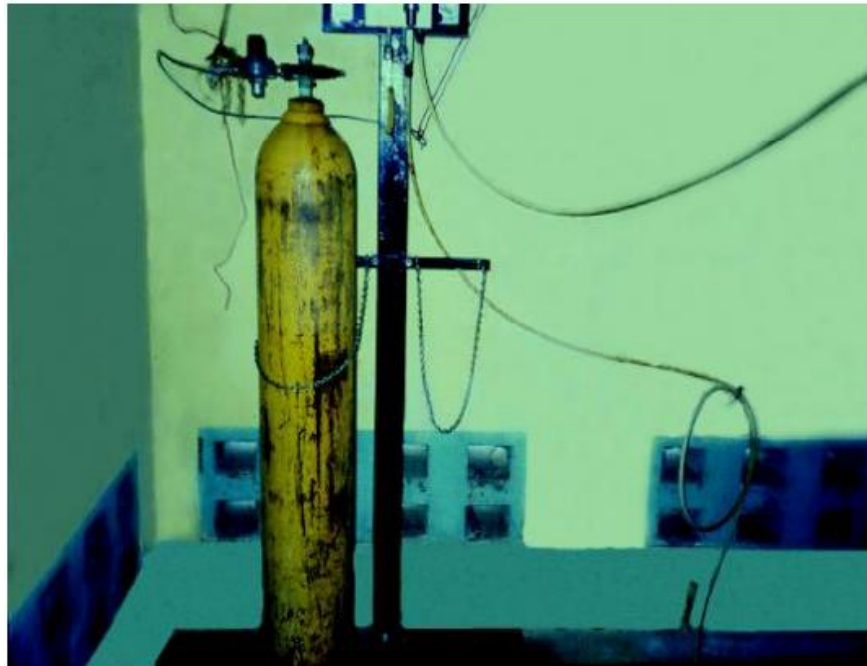
El hipoclorito en solución se utiliza principalmente en instalaciones para localidades pequeñas, donde, por lo general, no hay condiciones apropiadas para operar y mantener un equipo automático. Sin embargo, en la industria o en el caso de una urbanización o un hotel de lujo, podría justificarse la inversión. Los sistemas de orificio de carga constante, por su bajo costo y porque funcionan por gravedad, son muy empleados en localidades pequeñas. Se pueden fabricar artesanalmente, no requieren energía eléctrica y con muy poco mantenimiento se puede obtener una operación constante.

3.9.2.3 Equipos para aplicar cloro gaseoso

3.9.2.3.1 Cloradores de aplicación directa

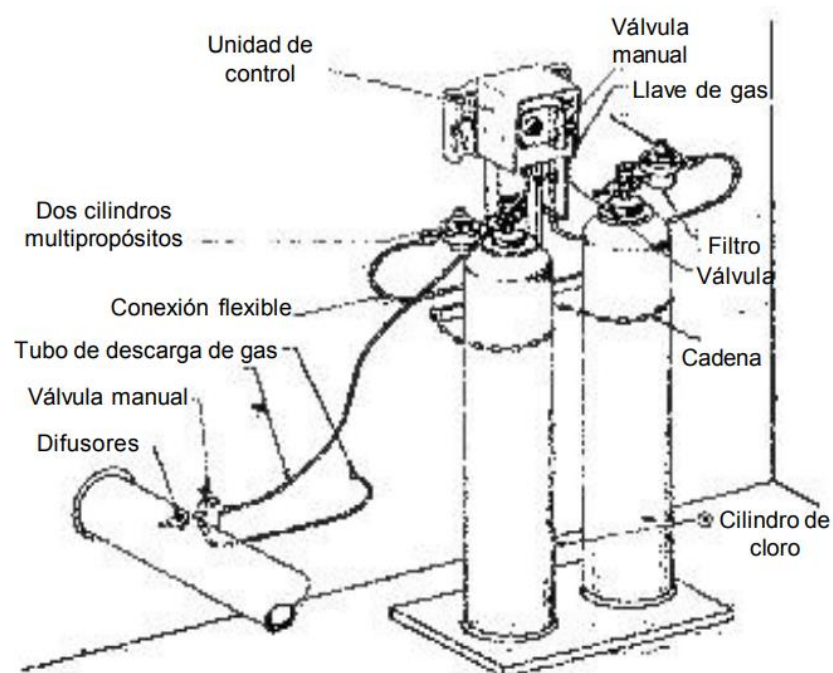
Este tipo de clorador opera con la presión del cilindro, por lo que adolece de serias limitaciones. Su uso se recomienda solo cuando no hay otra alternativa. Normalmente se emplean en zonas donde no hay suministro continuo de energía eléctrica. La principal desventaja de estos equipos es que la dosis varía con la presión del cilindro.

Figura # 3. Aplicación directa



fuelle: fuente propia

Figura #4 . ejemplo de instalacion



Fuente: Google imágenes (ejemplo de instalación)

3.9.2.3.2 Cloradores de aplicación al vacío.

Este tipo de equipo es el más confiable y seguro de operar.

Un clorador de aplicación al vacío está integrado por tres componentes fundamentales: un inyector, una válvula de ajuste de la dosificación y un medidor de caudal.

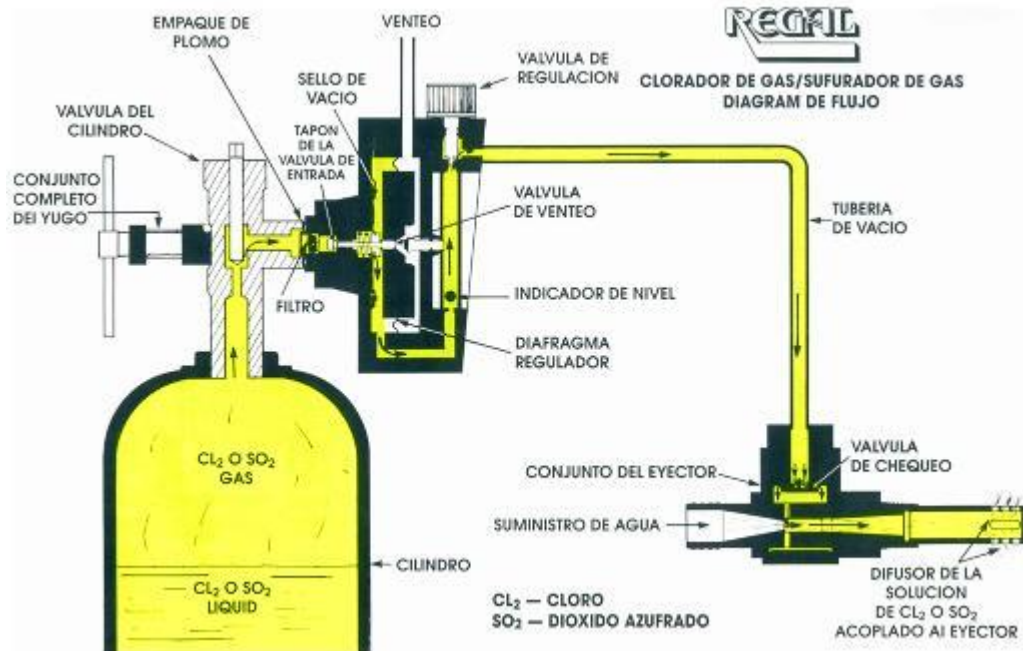
El inyector es un Venturi mediante el cual se ejerce una succión determinada (130 milímetros de agua), por medio del cual se succiona el cloro a través del equipo. Este inyector también sirve como cámara de mezcla entre el cloro y el agua que sirvió para ejercer el vacío.

Las condiciones hidráulicas de la bomba de agua son muy importantes, pues tanto la presión como el caudal son determinantes en el funcionamiento del inyector. Por ello es muy importante consultar las recomendaciones del fabricante, porque cada uno tiene condiciones específicas, a partir de las cuales se han diseñado los equipos.

Las válvulas de control merecen muy especial atención, pues con facilidad se taponan con las impurezas del cloro. Para garantizar mayor confiabilidad en la operación, se recomienda especificar orificios o vástagos ranurados en lugar de las válvulas de aguja convencionales.

El medidor de caudal es un rotámetro, un tubo de vidrio que indicará el paso del gas a través del equipo. La medición de un gas se ve afectada por las condiciones de temperatura y presión. Cuando la presión está por debajo de la atmosférica, como en este caso, el efecto es mayor.

Figura #5 diagrama de flujo del cloro



Fuente: Google imágenes (inyección del cloro)

IV. DISEÑO METODOLOGICO.

4.1 SISTEMA DE ABASTECIMIENTO

4.1.1 Dotación y población a servir.

4.1.1.1 Dotación del agua

Se entiende por dotación la cantidad de agua asignada en un día a cada Habitante, generalmente se expresa en L/Hab/día.

Tabla 4. Dotaciones de agua

Dotaciones de agua			
Rango de población		Dotación	
		Gl/hab/dia	Lt/hab/dia
0	5000	20	75
5000	10000	25	95
10000	15000	30	113
15000	20000	35	132
20000	30000	40	151
30000	50000	45	170
50000	100000 y mas	50	189

FUENTE: Normas técnicas para el Diseño de abastecimiento de agua potable (INAA).

4.1.1.2 El nivel de servicio

Los niveles de servicio se consideraran por medio de conexiones domiciliarias.

4.1.2 tasa de crecimiento poblacional

Se obtendrá a partir de las tasas de crecimiento del departamento y municipio en censos, las normas técnicas indican que la tasa de crecimiento debe situarse entre 2.5% y 4%. En caso de que la tasa de crecimiento sea inferior a este intervalo se utilizara el 2.5% como tasa valida.

4.1.3 proyección de población

La proyección de la población se calculó por medio de la fórmula del Método Geométrico, fórmula es la siguiente expresión:

$$P_{(f)} = P_o(1 + r)^n \quad (1)$$

Donde:

- P_f: Población al final del período de diseño.
- P_o: Población actual.
- r: Razón de crecimientos expresada en decimal.
- n: Número de años que comprende el período de diseño.

$$r := \left[\left(\frac{P_f}{P_o} \right)^{1/n} - 1 \right] * 100 \quad (1.1)$$

INAA⁹ indica que a partir de las tasas de crecimiento del departamento y municipio en censos, la tasa de crecimiento debe situarse entre 2.5% y 4%. En caso de que la tasa de crecimiento sea inferior a este intervalo se utilizara el 2.5% como tasa valida.

4.1.4 Proyección de Consumo

4.1.4.1 Consumo Doméstico.

Establecido el nivel de servicio domiciliar en las comunidad, implica un abastecimiento de agua de mayor nivel de consumo; según normas mínimas del INAA.

⁹ INAA: Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados

4.1.4.2 Consumo Institucional.

Considerando la existencia de Centros Públicos en las Comunidad, tales como: Centro Escolar de Primaria, e Iglesia; según normas de INAA a centros institucionales les corresponde el 7% del CPD del consumo domiciliar.

4.1.4.3 Pérdidas.

Parte del agua que se produce en un sistema de agua potable se pierde en cada uno de sus componentes. Esto constituye lo que se conoce con el nombre de fuga. En el proyecto está considerado un 20% del caudal promedio diario según el INAA.

4.1.4.4 Consumo Promedio Diario.

Consumo unitario promedio de la población a servir.

4.1.5 Variaciones de consumo

4.1.5.1 Consumo promedio diario (CPD).

El caudal promedio diario se expresa de la siguiente manera:

$$\text{CPD} = \text{dotacion} * \text{poblacion} \quad (2)$$

4.1.5.2 Consumo promedio diario total (CPDT).

El Consumo Promedio Diario Total (CPDT) es el resultado de sumar el Consumo Domiciliar más el Consumo Público, más las pérdidas por fuga.

4.1.5.3 Consumo máximo día (CMD).

El Consumo Máximo Día (CMD), se estima utilizando el factor de variación diaria de $k_1 : 1.5$ con respecto al Consumo Promedio Diario (C.P.D.), según lo establecido por el INAA.

$$; k_1 = 1.5 \quad \quad \quad CMD = (k_1 * CPD) + \text{perdidas} \quad (2.1)$$

4.1.5.4 Consumo de máxima hora (CMH).

El Consumo Máxima Hora (CMH), se estimó utilizando el factor de variación horaria de 2.5 con respecto al Consumo Promedio Diario, (CPD), según lo establecido por el INAA.

$$CMH = 2.5 * CP + \text{perdidas} \quad (2.2)$$

4.1.6 Período de diseño

Considerando la vida útil de las estructuras y los equipos de componentes del sistema, el crecimiento poblacional, como posibles desarrollos o cambios de la comunidad que dificulten realizar la ampliación del proyecto se estima que se alcanzará en un período de 20 años, ver Tabla 5.

Tabla 5. Periodos de diseño de diferentes estructuras hidráulicas:

Tipos de componentes		Periodo de diseño
Pozos excavados		10 años
Pozos perforados		15 años
Captaciones superficiales y manantiales		20 años
Desarenador		20 años
Filtro lento		20 años
Líneas de conducción		15 años
Tanque de almacenamiento		20 años
Red de distribución		15 años

FUENTE: Normas técnicas para el Diseño de abastecimiento de agua potable (INAA).

4.2 BOMBEO

4.2.1 Diseño de pozo

El diámetro interno del ademe del pozo dependerá del caudal de bombeo que requiere

4.2.2 Estaciones de Bombeo

Para la selección de la bomba adecuada se debe de tomar en cuenta las características de la fuente, ubicación del tanque de almacenamiento, red de distribución y demanda requerida.

4.2.2.1 Caudal de Bombeo

El caudal a utilizar para la selección de bombas es una proporción del caudal máximo diario en función del número de horas de trabajo. Se expresa de la siguiente manera

$$Q_b = CMD * \frac{24 \text{ horas}}{H_t} \quad (3)$$

Donde:

Q_b : Caudal de bombeo (m^3/s)

CMD: Caudal máximo día (m^3/s)

H_t : horas de bombeo

4.2.2.2 Carga total dinámica

La carga total dinámica es la altura (expresada en metros), que deberá vencer el equipo de bombeo para elevar el agua desde el nivel dinámico del agua hasta el punto de descarga final, adicionando las perdidas por fricción en la tubería de conducción y los accesorios, así como perdidas menores como la energía cinética.

$$CTD = DT + H_{f_{LC}} + H_{f_{LTC}} + H_{f_A} \quad (3.1)$$

Donde:

DT: Desnivel topográfico

H_{fLC}: Pérdida en la columna de bombeo

H_{fLTC}: Pérdidas por fricción en la tubería

H_{fA}: Pérdidas en accesorios

4.2.2.2.1 perdidas por cota topográficas

➤ Nivel dinámico del agua (3.1.1)

$$NDA = NEA + VE + AB$$

Donde:

NDA: nivel dinámica del agua (m)

NEA: nivel estático del agua (m)

VE: variación estacional del agua (m)

AB: abatimiento (m)

➤ Desnivel topográfico (3.1.2)

$$DT = NRT - NTN$$

Donde:

DT: desnivel topográfico (m)

NTN: nivel de terreno Natural (msnm)

NTT: nivel de terreno del tanque (msnm)

4.2.2.2.2 perdidas columna de bombeo (3.1.3)

➤ Longitud de bombeo

$$LC = NDA + S$$

Donde:

LC: longitud de columna de bombeo (m)

NDA: Nivel dinámico del agua (m)

S: sumergencia (m)

➤ **Perdida (3.1.4)**

$$Hf_{LC} = 5\%LC$$

4.2.2.2.3 pérdidas por fricción en la tubería

Para la pérdida por fricción en la tubería se aplicara la formula exponencial de Hazen –Williams ampliamente utilizada, donde se despeja la gradiente hidráulica

$$Hf_{LTC} = \frac{10.67}{D^{4.87}} * \left(\frac{Qb}{C}\right)^{1.852} * L \quad (3.2)$$

Donde:

Hf_{LTC}: Perdidas por fricción en la tubería (m)

D: diámetro de tubería (m)

Qb: caudal de bombeo (m³/s)

C: coeficiente de rugosidad de Hazen-Williams

L: longitud de tubería (m)

El coeficiente de rugosidad varía en función de la material de que está compuesta la tubería por lo cual se deberá utilizar para cada tramo donde el material cambie. Los valores de C son los siguientes:

Tabla No 6 coeficiente de fricción.

Material del conducto	Coeficiente de rugosidad (C)
Tubo de hierro galvanizado (HG)	100
Tubo de concreto	130
Tubo de asbesto cemento	140
Tubo de hierro fundido (HF)	130
Tubo de PVC	150

Fuente: diseño de acueductos y alcantarillados.

4.2.2.2.4 Perdidas en Accesorios.

Conociendo el tipo y el número de cada uno de los accesorios, se encontraran la longitud equivalente de tubería. Sumando la longitud equivalente de los accesorios, obtendremos la longitud total equivalente. Con este resultado se aplicara nuevamente la fórmula de Hazen-Williams para obtener la perdida.

4.2.2.3 Potencia de la Bomba y Motor

4.2.2.3.1 Potencia Hidráulica¹⁰

$$Ph = \frac{Q \cdot CTD}{3960} \quad (3.3)$$

Donde:

Ph: potencia hidráulica de la bomba (hp)

Q: caudal bombeado (gpm)

CTD: carga total dinámica (pies)

4.2.2.3.2 Potencia Real

$$Ph = \frac{H \cdot Pb}{eb} \quad (3.3.1)$$

Pb: potencia de la bomba (hp)

Ph: potencia hidráulica de la bomba (hp)

eb eficiencia de la bomba

4.2.2.3.3 Potencia del Motor

$$Pm: 1.15 * HPb \quad (3.3.2)$$

Donde:

Ph: potencia hidráulica de la bomba

1.15 factor compensador de pérdidas

¹⁰ Diseño de instalaciones mecánica; manual de agua potable. Comisión nacional del agua México. Diciembre 2007. Página 13 fórmula 2.12

4.2.3 línea de suministro al tanque.

4.2.3.1 Caudal de diseño

La línea de suministro al tanque se diseña para una capacidad igual al día de máximo consumo (CMD) para fines del periodo de diseño asumiendo un tiempo de bombeo máximo de 12 horas.

4.2.3.2 Diámetro

Para el cálculo del diámetro de la tubería de descarga se utiliza la formula proporcionada por las normas.

$$D = 1.3 * \left(\frac{tb^{0.25}}{24} \right) * \sqrt{Q} \quad (4)$$

Donde

D: diámetro

tb: tiempo de bombeo

Qb: caudal de bombeo (m3/s)

4.2.3.3 Golpe de ariete

Para prevenir condiciones que propicien el golpe de ariete este se calcula de la siguiente manera

4.2.3.3.1 velocidad de propagación de ondas

$$C = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + k \frac{D}{e}}} \quad (4.1)$$

Donde:

C: Celeridad de la onda elástica del fluido en la tubería (m/s²)

K: relación entre el módulo de la elasticidad del agua y el material de la tubería.

D: diámetro de nominal de la tubería (m)

e : espesor de la tubería (m)

Tabla No 7 relación de módulos de elasticidad del agua y del material de la tubería.

Material de la Tubería	K
Acero	0.5
Hierro Fundido	1.0
Concreto	5.0
Asbesto-Cemento	4.4
Plástico	18.0

Fuente: Diseño de acueductos y alcantarillados¹¹ tabla 10.11 pág. # 191

4.2.3.3.2 sobre presión de golpe de ariete¹²

$$\Delta H = \frac{C \times V}{g} \quad (4.2)$$

Donde:

C : Celeridad de la onda elástica del fluido en la tubería (m/s²)

V: velocidad media del flujo (m/s)

g : gravedad 9.81 m/s²

ΔH : sobre presión de golpe de ariete

4.2.3.4 Análisis económico

4.2.3.4.1 costo anual de tubería

$$CAT = Vp * Frc \quad (5)$$

¹¹ Diseño de acueducto y alcantarillado auto Ricardo Alfredo Lopez Cualla
2da edición.

¹² Diseño de acueducto y alcantarillado auto Ricardo Alfredo Lopez Cualla
2da edición.

$$F_{RC} = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \quad (5.1)$$

Donde

CAT: costo anual de tuberías (C\$) F_{RC} : factor de recuperación de capital

V_p : valor presente de la inversión (C\$) i : interés anual %

4.2.3.4.2 costo anual de energía

$$CAE = \frac{Q_b * CTD * T_b * 365 * \frac{C\$}{kwh}}{3960 * e_b * e_m} \quad (6)$$

Donde

CAE: costo anual de energía (C\$) Q_b : caudal de bombeo (GPM)

CTD: carga total dinámica (FT) T_b : tiempo de bombeo (horas)

C\$/kwh: costo del kw hora (C\$) e_b : eficiencia de la bomba (%)

e_m : eficiencia del motor (%)

4.2.3.4.3 costo anual equivalente total

$$CAE_q = CAE + CAT \quad (7)$$

4.2 CLORACIÓN.

$$Ca = \frac{Q \times C}{1000} \quad (8)$$

Ca : capacidad de la sala de cloración en Kg/día

Q : Caudal de agua de máximo horario m^3 /día

C : Dosis de cloro a aplicar mg/lts

V. ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS

5. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ACTUAL DE ABASTECIMIENTO DE AGUA.

El sistema actual funciona con la modalidad FUENTE-TANQUE-RED la cual es abastecida por 3 pozos ubicados al lado suroeste de la ciudad la que es bombeada a un tanque de almacenaje de capacidad de 753 m³ de acero. Esta se distribuye a través de una red abastecimiento de material de asbesto cemento.

La topografía del casco urbano es relativamente plano, la cota más alta de la localidad es donde se ubican el tanque. Los pozos en los meses de verano no brindan con la capacidad para la parte de la población conectada. Las conexiones de las tuberías de asbestos con las de p.v.c presentan fallas las cuales para su mantenimiento dejan sin servicio a la población para controlar las roturas.

5.1. FUENTE DE ABASTECIMIENTO.

La fuente de esta constituida por aguas subterráneas de la cuenca hidrográfica No 66 rio tamarindo. El agua es extraída por 3 pozos perforados al lado suroeste de la ciudad, los 3 estas ubicado en el mismo predio con una coordenada general de 12 °20 '10.20 "N, 86 °40 '39.45 "W. ver figura



Fuente: Google Earth

5.2. ESTACION DE BOMBEO

Cada uno de los pozos consta con su equipo de motor y bomba sumergible de 25 hp cada uno.

Pozo No 1

- Coordenadas geográficas: de 12 °20 '11.82 "N, 86 °40 '40.39 "W
- Profundidad: 245 ft
- Diámetro del pozo: 8"
- Capacidad del pozo: 400 gmp

Pozo No 2

- Coordenadas geográficas: de 12 °20 '10.65 "N, 86 °40 '41.98 "W
- Profundidad: 210 ft
- Diámetro del pozo: 8"
- Capacidad del pozo: 330 gpm

Pozo No 3

- Coordenadas geográficas: de 12 °20 '08.94 "N, 86 °40 '42.22 "W

- Profundidad: 225
- Diámetro del pozo: 8"
- Capacidad del pozo: 330 gpm

5.3 CALIDAD DEL AGUA

Es generalmente buena para el uso potable, el total de los sólidos disueltos varia generalmente entre 310 y 380 ppm. La dureza se mantiene siempre a bajo de 184 ppm de carbonato de calcio, con valor medio de cerca de 170 ppm; los valores de nitratos están siempre inferiores a 20 ppm¹³.

5.4 LINEA DE CONDUCCIÓN

La línea de conducción está compuesta por tuberías de asbesto cemento y PVC lo cual salen de los 3 pozos los cuales se unen y van directamente al tanque ubicado al norte de la ciudad. A través de una línea de asbesto cemento de 8 "unida con tubería de PVC del mismo diámetro, la longitud es de 1500 metros, de los cuales 900 metros son de asbesto cemento y 500 metros de tubería de acero.

En el punto de acople se encuentra una válvula de retención, la cual evita el retorno del líquido a la bomba. No hay presencia de fuga en este punto y ésta funciona de acuerdo al caudal entregado por la bomba.

5.5 TANQUE DE ALMACENAMIENTO.

Los tanques de almacenajes se encuentran al norte de la ciudad, están construido de acero al nivel de suelo. El tanque No1 tiene un nivel de fondo de 100 msnm con un nivel de rebose de 114 msnm con capacidad de 50,000 galones. El tanque No2 tiene un nivel de suelo de 101.00 msnm con un nivel de rebose de 114 msnm para una capacidad de 200,000 galones, ambos estas equipados con válvulas de limpieza y de salida.

¹³ Fuente: Alcaldía municipal de La Paz Centro.

5.6 LINEA DE DISTRIBUCIÓN.

Las tuberías de distribución de la ciudad están con una cobertura de 70 por ciento en la ciudad, las tuberías de asbesto de cemento son las que predominan estas ya tienen más de 40 años de antigüedad a la vez que son un problema para su manteniendo y otros tramos de PVC. Los diámetros varían de 2" a las 8".

Tabla No 8 tuberías de red de distribución.

Distribución de tuberías en el sistema actualmente		
Diámetros	Longitud	Material
2"	17500	PVC
3"	1000	PVC
3"	2700	AC
4"	700	PVC
4"	2500	AC
6"	1300	AC
8"	3000	AC

Fuente: alcaldía municipal de La Paz Centro.

No existen válvulas de pase el cual perjudica mucho las reparaciones y el mantenimiento de todo el sistema quedando sin servicio del vital líquido. Las diferencias de alturas con respecto al tanque hacen que no se garantice las presiones y velocidades que están normadas por INAA.

La antigüedad de la red y la mala ejecución de las nuevas tuberías ocasionan gran daño al funcionamiento del sistema, obteniendo fugas en las uniones, fracturas en las tuberías de asbesto cemento, conexiones domiciliarias ilegales, una mala operación para las reparaciones ya que la población no obtiene vital líquido en todo el tiempo en el cual se esté reparando.

5.7 RESULTADOS DE ANALISIS HIDRAULICOS.

Los datos proporcionados por la oficina de ENACAL ubicada en la paz centro ayudo a evaluar el sistema actual de distribución de agua mediante el programa Epanet donde este sistema consta de un solo anillo que pasa por las afueras del casco urbano; pero este ha crecido desde que fue diseñado lo que perjudica a la población el cual ha tenido acceso al vital liquido de forma ilegal lo que afecta a la red. Este sistema tiene una dificultad que no se puede ampliar el sistema para abastecer a las población en aumento ni en el crecimiento urbano de la ciudad.

En dicho programa se ubicó que existen problemas de presión en la mayoría de los nodos del sistema por debajo de lo permitido según las normas de INAA, de igual forma no cumple con las velocidades correspondientes en las tuberías. Este sistema no consta con pozos adecuados para proporcionar el caudal requerido para el abastecimiento de la localidad.

5.8 ESTUDIO DE POBLACION Y CONSUMO.

La determinación de la población esperada a lo largo del periodo de diseño se basó en proyección de crecimiento geométrico. Teniendo como dato los resultados de los censos poblacionales por INEC¹⁴ en los años 1971 y 1995; INIDE en los años 2005 y 2013.

Tabla No 9 Datos de censos.

Año censo INIDE	Población Urbana	Población Rural	Total de población
1971	6622	6686	13308
1995	17299	10210	27509
2005	19010	9108	28118
2013	20943	10789	31732

Fuente: INIDE¹⁵

¹⁴ INEC: Instituto Nicaragüense de Censos y Estadísticas.

¹⁵ INIDE: Instituto Nicaragüense de Desarrollo

Se usó como población de partida para el proyecto 20,943 Habitantes que es la población de la localidad de La Paz Centro, resultado del censo poblacional del 2013, esta se proyectara al 2018 y luego al 2038 que es el año del diseño del sistema.

- cálculo de tasa de crecimiento para el área urbano

$$r := \left[\left(\frac{17299}{6622} \right)^{1/24} - 1 \right] * 100 = 4.08\%$$

$$r := \left[\left(\frac{19010}{17299} \right)^{1/10} - 1 \right] * 100 = 0.94\%$$

$$r := \left[\left(\frac{20943}{19010} \right)^{1/8} - 1 \right] * 100 = 1.22\%$$

Tabla No 10 porcentaje de crecimiento geométrico.

Lapso	Población Urbana	Población rural	Municipio total
1971-1995	4.08 %	1.77 %	3.07 %
1995-2005	0.94 %	-1.13 %	0.21 %
2005-2013	1.22 %	2.13 %	1.52 %
promedio	2.08 %	0.92 %	1.6 %

Fuente: propia

Dado que la población del municipio de La Paz Centro en general y en particular la localidad del área urbana se encuentra en crecimiento variable, y que se considera que la tasa de crecimiento mínima (2.5%) recomendada en la “Norma técnica, para el diseño de abastecimiento y potabilización del agua (NTON 09003-99)”, se considera razonable utilizar la tasa de crecimiento mínimo (2.5%) del municipio como tasa de crecimiento poblacional fija para los 20 años que es el horizonte del proyecto.

- Utilizando la fórmula 3.1 se procedió al cálculo de población al 2018 y de consiguiente a la cantidad de años proyectado.

$$P_{(2017)} = 20943(1 + 0.025)^5 = 23,695 \text{ hab}$$

$$P_{(2037)} = 23,695(1 + 0.025)^{20} = 38,827 \text{ hab}$$

La dotación correspondiente se obtiene la tabla No 3 dotación de agua según rango de una población. La población fue de 38,827 habitantes el cual el rango se encuentra de (30000- 50000) según las normas del INAA equivale a una dotación de 170 Lt/Hab/Día.

Tabla No 11 variaciones de consumo.

		CPD	C INSTITUCIONAL	CMH	CMD	HF
AÑO	población estimada	LPS	LPS	LPS	LPS	LPS
2018	23695	41.411	2.899	111.811	70.399	8.282
2019	24287	42.447	2.971	114.606	72.159	8.489
2020	24895	43.508	3.046	117.471	73.963	8.702
2021	25517	44.596	3.122	120.408	75.812	8.919
2022	26155	45.710	3.200	123.418	77.708	9.142
2023	26809	46.853	3.280	126.504	79.650	9.371
2024	27479	48.025	3.362	129.666	81.642	9.605
2025	28166	49.225	3.446	132.908	83.683	9.845
2026	28870	50.456	3.532	136.231	85.775	10.091
2027	29592	51.717	3.620	139.636	87.919	10.343
2028	30332	59.680	4.178	161.137	101.456	11.936
2029	31090	61.172	4.282	165.165	103.993	12.234
2030	31867	62.702	4.389	169.294	106.593	12.540
2031	32664	64.269	4.499	173.527	109.257	12.854
2032	33480	65.876	4.611	177.865	111.989	13.175
2033	34317	67.523	4.727	182.311	114.789	13.505
2034	35175	69.211	4.845	186.869	117.658	13.842
2035	36055	70.941	4.966	191.541	120.600	14.188
2036	36956	72.715	5.090	196.329	123.615	14.543
2037	37880	74.532	5.217	201.238	126.705	14.906
2038	38827	76.396	5.348	206.269	129.873	15.279

Fuente: propia

Consumo promedio diario

$$CPD_{2018} = \frac{23695 \text{ hab} \times 151 \text{ lppd}}{86400 \text{ seg}7\text{dia}} = 41.41 \text{ lps}$$

$$CPD_{2019} = \frac{24287 \text{ hab} \times 151 \text{ lppd}}{86400 \text{ seg}7\text{dia}} = 42.44 \text{ lps}$$

...

...

...

$$CPD_{2028} = \frac{30332 \text{ hab} \times 170 \text{ lppd}}{86400 \text{ seg}7\text{dia}} = 59.68 \text{ lps}$$

$$CPD_{2029} = \frac{31090 \text{ hab} \times 170 \text{ lppd}}{86400 \text{ seg}7\text{dia}} = 61.17 \text{ lps}$$

...

...

$$CPD_{2038} = \frac{38827 \text{ hab} \times 170 \text{ lppd}}{86400 \text{ seg}7\text{dia}} = 76.40 \text{ lps}$$

Consumo Maximo Hora

$$CMH_{2018} = (2.5 \times 41.41 \text{ lps}) + 8.28 = 111.81 \text{ lps}$$

$$CMH_{2019} = (2.5 \times 42.44 \text{ lps}) + 8.49 = 114.61 \text{ lps}$$

...

...

$$CMH_{2028} = (2.5 \times 59.68 \text{ lps}) + 11.94 = 161.14 \text{ lps}$$

$$CMH_{2038} = (2.5 \times 76.40 \text{ lps}) + 15.28 = 206.27 \text{ lps}$$

Consumo Máximo día

$$CMD_{2018} = (1.5 \times 41.41 \text{ lps}) + 8.28 = 70.40 \text{ lps}$$

$$CMD_{2019} = (1.5 \times 42.44 \text{ lps}) + 8.49 = 72.13 \text{ lps}$$

...

$$CMD_{2028} = (1.5 \times 59.68 \text{ lps}) + 11.94 = 101.46 \text{ lps}$$

$$CMD_{2038} = (1.5 \times 76.40 \text{ lps}) + 15.28 = 129.87 \text{ lps}$$

5.9 FUENTES DE ABASTECIMIENTO

La actual fuente de abastecimiento del agua de la zona urbana de la localidad ya no puede seguir siendo aprovechada ya que el caudal que producen los 3 pozos no es suficiente para satisfacer la demanda durante el periodo de diseño del presente proyecto. Para tales fines se construyeron 3 pozos (No 4,5 y 6) el cual el pozo # 4 estará ubicado en la zona sur y los pozos #5 y # 6 en la zona norte. Los pozos #1, #2 y #3 quedaran de reserva. Los pozos #5 y #6 irán a los tanques de almacenamientos y el pozo # 4 directamente a la red de distribución.

Los pozos #5 y #6 suministrarán el 80% del caudal de bombeo y el pozo # 4 el 20% restante, al periodo de diseño correspondiente 2018-2038.

5.10 LINEA DE CONDUCCIÓN.

5.10.1 Determinación de las características del equipo de bombeo

Tabla No 12 características de equipo de bombeo.

Características	2018-2038		
	Pozo #4	Pozo #5	Pozo #6
Caudal de bombeo (l/s)	25.98	51.96	51.96
Caudal de bombeo (gpm)	411.74	823.51	823.51
Nivel de terreno del pozo (m)	65	75	77
Nivel de terreno del tanque (m)		100	100
Nivel de rebose del tanque (m)		112	112.5
Nivel estático del agua (m)	7	13.71	13.71
Variación estacionaria (m)	4.57	4.57	4.57
Abatimiento por bombeo (m)	3.048	3.048	3.048
Sumergencia de la bomba (m)	3.085	3.085	3.085

Fuente: propia; datos del pozo (Enacal)

5.10.2 Determinación de diámetro de descarga.

Se asumió una velocidad de 0.70 m/s en cual está dentro el rango establecido (0.6 m/s a 0.9 m/s).

a) Diámetro de la descarga

$$D_{\text{pozo \#4}} = 1.3 * \left(\frac{16^{0.25}}{24}\right) * \sqrt{0.025974} = 0.189 \text{ m} = 7.45 \text{ "} = 8 \text{ "}$$

$$D_{\text{pozo \#5}} = 1.3 * \left(\frac{16^{0.25}}{24}\right) * \sqrt{0.05195} = 0.267 \text{ m} = 10.54 \text{ "} = 10 \text{ "}$$

$$D_{\text{pozo \#6}} = 1.3 * \left(\frac{16^{0.25}}{24}\right) * \sqrt{0.05195} = 0.267 \text{ m} = 10.54 \text{ "} = 10 \text{ "}$$

5.10.3 Determinación de las pérdidas.

Tabla No 13 pérdidas.

Pérdidas	Pozo #4	Pozo #5	Pozo #6
Desnivel topográfico (m)	5	38.3	38.3
Longitud de bombeo (m)	17.703	24.376	24.376
Nivel dinámica del agua (m)	14.618	21.328	21.328
HF (m)	0.885015	1.2188	1.2188

Nota: el pozo #4 va directamente a la red de distribución.

- Densivel topográfico

$$DT_{\text{pozo \#4}} = 70 \text{ m (altura del primer nodo)} - 65 \text{ m} = 5 \text{ m}$$

$$DT_{\text{pozo \#5}} = 115.30 \text{ m} - 77 \text{ m} = 38.3 \text{ m}$$

$$DT_{\text{pozo \#6}} = 113.30 \text{ m} - 75 \text{ m} = 38.3 \text{ m}$$

- Nivel dinámico del agua

$$NDA_{\text{pozo \#4}} = 7 \text{ m} + (10' / 3.28) + (15' / 3.28) = 14.618 \text{ m}$$

$$NDA_{\text{pozo \#5}} = 13.716 \text{ m} + (10' / 3.28) + (15' / 3.28) = 21.328 \text{ m}$$

$$NDA_{\text{pozo \#6}} = 13.716 \text{ m} + (10' / 3.28) + (15' / 3.28) = 21.328 \text{ m}$$

- Longitud de bombeo

$$L_{C_{\text{pozo \#4}}} = 14.618 + (10' / 3.28) = 17.703 \text{ m}$$

$$L_{C_{\text{pozo \#5}}} = 21.328 + (10' / 3.28) = 24.376 \text{ m}$$

$$L_{C_{\text{pozo \#6}}} = 21.328 + (10' / 3.28) = 24.376 \text{ m}$$

- Perdida

$$HF_{l_{C_{\text{pozo \#4}}}} = 0.05 * 17.703 \text{ m} = 0.885 \text{ m}$$

$$HF_{l_{C_{\text{pozo \#5}}}} = 0.05 * 24.376 \text{ m} = 1.2188 \text{ m}$$

$$HF_{l_{C_{\text{pozo \#6}}}} = 0.05 * 24.376 \text{ m} = 1.2188 \text{ m}$$

5.10.4 Análisis técnico económico de línea de conducción por bombeo

Qb pozo #4: 0.025974 m³/s, **Qb pozo #5 y #6:** 0.05195 m³/s

Interés bancario: 15%, **Costo de energía:** C\$ 6.1293

- Pozo # 4**

Diámetro	Long m	C\$/ml	CAT	HF	CDT m	P HP	CAE	CAEg
6	150	450.25	10789.890	1.647	25.235	13.20	207939.54	C\$ 218,729.43
8	150	668.67	16024.155	0.406	23.993	12.547	197710.75	C\$ 213,734.91
10	150	1130.38	27088.676	0.148	23.736	12.412	195585.74	C\$ 222,674.42

- Pozo # 5**

Diámetro	Long m	C\$/ml	CAT	HF (m)	CDT (m)	P (HP)	CAE	CAEg
8	504.76	668.67	53922.351	5.326	69.221	72.397	1140800.665	C\$1,194,723.02
10	504.76	1130.88	91195.520	1.796	65.691	68.706	1082636.906	C\$1,173,832.43
12	504.76	1277.2	102994.940	0.739	64.634	67.600	1065213.453	C\$1,168,208.39

- Pozo # 6**

Diámetro	Long m	C\$/ml	CAT	HF (m)	CDT m	P HP	CAE	CAEg
8	525.57	668.67	56145.436	5.545	69.440	72.626	1144419.251	C\$1,200,564.69
10	525.57	1130.88	94955.285	1.871	65.765	68.783	1083857.544	C\$1,178,812.83
12	525.57	1277.22	107242.845	0.770	64.665	67.632	1065715.766	C\$1,172,958.61

✓ **Perdida por fricción en la tubería**

$$Hf_{LTC \text{ pozo } \#4} = \frac{10.67}{0.1524^{4.87}} * \left(\frac{0.025974}{150} \right)^{1.852} * 150 = 1.647 \text{ m}$$

$$Hf_{LTC \text{ pozo } \#4} = \frac{10.67}{0.2032^{4.87}} * \left(\frac{0.025974}{150} \right)^{1.852} * 150 = 0.406 \text{ m}$$

$$Hf_{LTC \text{ pozo } \#4} = \frac{10.67}{0.254^{4.87}} * \left(\frac{0.025974}{150} \right)^{1.852} * 150 = 0.148 \text{ m}$$

...

$$Hf_{LTC \text{ pozo } \#5} = \frac{10.67}{0.2032^{4.87}} * \left(\frac{0.05195}{150} \right)^{1.852} * 504.76 = 5.326 \text{ m}$$

$$Hf_{LTC \text{ pozo } \#5} = \frac{10.67}{0.254^{4.87}} * \left(\frac{0.05195}{150} \right)^{1.852} * 504.76 = 1.796 \text{ m}$$

$$Hf_{LTC \text{ pozo } \#5} = \frac{10.67}{0.3^{4.87}} * \left(\frac{0.05195}{150} \right)^{1.852} * 504.76 = 0.739 \text{ m}$$

$$Hf_{LTC \text{ pozo } \#6} = \frac{10.67}{0.2032^{4.87}} * \left(\frac{0.05195}{150} \right)^{1.852} * 525.57 = 5.545 \text{ m}$$

$$Hf_{LTC \text{ pozo } \#6} = \frac{10.67}{0.254^{4.87}} * \left(\frac{0.05195}{150} \right)^{1.852} * 525.57 = 1.871 \text{ m}$$

$$Hf_{LTC \text{ pozo } \#6} = \frac{10.67}{0.3^{4.87}} * \left(\frac{0.05195}{150} \right)^{1.852} * 525.57 = 0.770 \text{ m}$$

✓ **Carga total dinámica**

$$CTD_{\text{pozo } \#4 \text{ 6''}} = 5 + 17.703 + 14.618 + 0.885 + 1.647 = 25.235 \text{ m}$$

$$CTD_{\text{pozo } \#4 \text{ 8''}} = 5 + 17.703 + 14.618 + 0.885 + 0.406 = 23.994 \text{ m}$$

$$CTD_{\text{pozo } \#4 \text{ 10''}} = 5 + 17.703 + 14.618 + 0.885 + 0.148 = 23.736 \text{ m}$$

$$CTD_{\text{pozo } \#5 \text{ 8''}} = 38.3 + 24.376 + 21.238 + 1.2188 + 5.326 = 69.221 \text{ m}$$

$$CTD_{\text{pozo } \#5 \text{ 10''}} = 38.3 + 24.376 + 21.238 + 1.2188 + 1.796 = 65.691 \text{ m}$$

$$CTD_{\text{pozo } \#5 \text{ 12''}} = 38.3 + 24.376 + 21.238 + 1.2188 + 0.739 = 64.634 \text{ m}$$

...

$$CTD_{\text{pozo } \#6 \text{ 8''}} = 38.3 + 24.376 + 21.238 + 1.2188 + 5.545 = 69.440 \text{ m}$$

$$CTD_{\text{pozo } \#6 \text{ 10''}} = 38.3 + 24.376 + 21.238 + 1.2188 + 1.871 = 65.765 \text{ m}$$

$$CTD_{\text{pozo } \#6 \text{ 12''}} = 38.3 + 24.376 + 21.238 + 1.2188 + 0.770 = 64.665 \text{ m}$$

✓ **Costo anual de tubería**

$$F_{RC} = \frac{0.15(1+0.15)^{20}}{(1+0.15)^{20}-1} = 0.1597$$

$$CAT_{\text{pozo \#4 6''}}: 450.25*150*0.1597 = 10789.890$$

$$CAT_{\text{pozo \#4 8''}}: 668.67*150*0.1597 = 16024.155$$

...

$$CAT_{\text{pozo \#5 8''}}: 668.67*504.76*0.1597 = 53922.351$$

$$CAT_{\text{pozo \#5 10''}}: 1130.88*504.76*0.1597 = 91195.520$$

...

$$CAT_{\text{pozo \#6 8''}}: 668.67*525.57*0.1597 = 56145.436$$

$$CAT_{\text{pozo \#5 10''}}: 1130.88*525.57*0.1597 = 94955.285$$

✓ **Potencia de la bomba**

$$Pb_{\text{pozo \#4}} \frac{411.74 \text{ gpm} * 82.77 * 1.15}{3960 * 0.75} = 13.196 \text{ hp}$$

$$Pb_{\text{pozo \#4}} \frac{411.74 \text{ gpm} * 78.70 * 1.15}{3960 * 0.75} = 12.546 \text{ hp}$$

...

...

$$Pb_{\text{pozo \#5}} \frac{823.51 \text{ gpm} * 227.043 * 1.15}{3960 * 0.75} = 72.397 \text{ hp}$$

$$Pb_{\text{pozo \#5}} \frac{823.51 \text{ gpm} * 215.467 * 1.15}{3960 * 0.75} = 68.706 \text{ hp}$$

...

...

$$Pb_{\text{pozo \#6}} \frac{823.51 \text{ gpm} * 227.763 * 1.15}{3960 * 0.75} = 72.626 \text{ hp}$$

$$Pb_{\text{pozo \#6}} \frac{823.51 \text{ gpm} * 215.70 * 1.15}{3960 * 0.75} = 68.763 \text{ hp}$$

...

✓ **Costo anual del energía**

$$CAE_{\text{pozo \#4}} = \frac{411.74 * 82.77 * 16 * 365 * 6.1293 \frac{\text{C\$}}{\text{kwh}}}{3960 * 0.75 * 0.90} = 207939.14$$

$$CAE_{\text{pozo \#4}} = \frac{411.74 * 78.70 * 16 * 365 * 6.1293 \frac{\text{C\$}}{\text{kwh}}}{3960 * 0.75 * 0.90} = 197710.75$$

...

...

$$CAE_{pozo \#5} = \frac{823.51 * 227.043 * 16 * 365 * 6.1293 \frac{C\$}{kwh}}{3960 * 0.75 * 0.90} = 1140800.665$$

$$CAE_{pozo \#5} = \frac{823.51 * 215.467 * 16 * 365 * 6.1293 \frac{C\$}{kwh}}{3960 * 0.75 * 0.90} = 1082636.906$$

...

...

$$CAE_{pozo \#6} = \frac{823.51 * 227.763 * 16 * 365 * 6.1293 \frac{C\$}{kwh}}{3960 * 0.75 * 0.90} = 1144419.251$$

$$CAE_{pozo \#6} = \frac{823.51 * 215.710 * 16 * 365 * 6.1293 \frac{C\$}{kwh}}{3960 * 0.75 * 0.90} = 1083857.544$$

✓ Costo anual equivalente

$$CAE_q pozo \#4 = 10,789.890 + 207,939.54 = C\$ 218,729.43$$

$$CAE_q pozo \#4 = 16,024.155 + 197,710.75 = C\$ 213,734.91$$

$$CAE_q pozo \#4 = 27,088.676 + 195,585.74 = C\$ 222,674.42$$

$$CAE_q pozo \#5 = 53922.351 + 1140800.665 = C\$ 1, 194,723.02$$

$$CAE_q pozo \#5 = 91195.52 + 1082636.906 = C\$ 1, 173,832.43$$

$$CAE_q pozo \#5 = 102994.94 + 1065213.453 = C\$1, 168,208.39$$

$$CAE_q pozo \#6 = 56145.436 + 1144419.251 = C\$1, 200,564.69$$

$$CAE_q pozo \#6 = 94955.285 + 1083857.544 = C\$1, 178,812.83$$

$$CAE_q pozo \#6 = 107242.845 + 1065715.766 = C\$1, 172,958.61$$

5.10.5 Determinación de diámetro técnico económico cumple con las normas.

Tabla No 14 diámetro técnico económico.

Pozo	Diámetro técnico económico	Velocidad (m/s)	HF/L<10/1000	ΔH
4	8"	0.83	0.00271	37.67
5	12"	0.74	0.00146	31.11
6	12"	0.74	0.00146	31.11

Los diámetros seleccionados cumplen con las velocidades, gradientes estipulados por las normas, de igual forma con la cantidad más económica y factible para la realización de dicho proyecto.

✓ Velocidades

$$V_{\text{pozo \#4 } 8''} = \frac{4 \cdot 0.025974 \text{ m}^3/\text{s}}{\pi \cdot (0.2 \text{ m})^2} = 0.83 \text{ m/s ok } (0.6 \text{ m/s} - 2 \text{ m/s})$$

$$V_{\text{pozo \#5 } 12''} = \frac{4 \cdot 0.05195 \text{ m}^3/\text{s}}{\pi \cdot (0.3 \text{ m})^2} = 0.74 \text{ m/s ok } (0.6 \text{ m/s} - 2 \text{ m/s})$$

$$V_{\text{pozo \#6 } 12''} = \frac{4 \cdot 0.05195 \text{ m}^3/\text{s}}{\pi \cdot (0.3 \text{ m})^2} = 0.74 \text{ m/s ok } (0.6 \text{ m/s} - 2 \text{ m/s})$$

✓ Gradiente

$$S_{\text{pozo \#4}} = \frac{0.405}{150} = 0.00270 < 10/1000 \text{ ok}$$

$$S_{\text{pozo \#5}} = \frac{0.739}{504.47} = 0.00146 < 10/1000 \text{ ok}$$

$$S_{\text{pozo \#6}} = \frac{0.770}{525.47} = 0.00146 < 10/1000 \text{ ok}$$

✓ Celeridad

$$C_{\text{pozo \#4}} = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + 18 \left(\frac{0.2017}{0.0082} \right)}} = 446.76 \text{ m/s}^2$$

$$C_{\text{pozo \#5}} = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + 18 \left(\frac{0.302}{0.0103} \right)}} = 412.476 \text{ m/s}^2$$

$$C_{\text{pozo \#6}} = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + 18\left(\frac{0.302}{0.0103}\right)}} = 412.476 \text{ m/s}^2$$

✓ Golpe de ariete

$$\Delta H_{\text{pozo \#4}} = \frac{446.75 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} * 0.83 \text{ m/s}}{9.81 \text{ m/s}^2} = 37.67 \text{ m}$$

$$\Delta H_{\text{pozo \#5}} = \frac{412.476 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} * 0.74 \text{ m/s}}{9.81 \text{ m/s}^2} = 31.11 \text{ m}$$

$$\Delta H_{\text{pozo \#6}} = \frac{412.476 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} * 0.74 \text{ m/s}}{9.81 \text{ m/s}^2} = 31.11 \text{ m}$$

5.10.6 Determinación de clase de tubería.

- Potencia de trabajo

$$P_{\text{trab}} = H_{\text{est}} + \Delta H$$

$$P_{\text{trabpozo\#4}} = 5 + 37.67 = 61.67 \text{ m}$$

$$P_{\text{trabpozo\#5}} = 38.3 + 31.11 = 69.41 \text{ m}$$

$$P_{\text{trabpozo\#6}} = 38.3 + 31.11 = 69.41 \text{ m}$$

5.10.7 Clase de tuberías.

Dadas las presiones de trabajos de las tuberías ellas cumplen con tuberías de **PVC clase 160 (SDR-26)** las cuales son menores a la presión que están diseñadas las tuberías de este tipo.

5.10.8 Selección de bomba.

Con la carga total dinámico y el caudal de bombeo se seleccionó una bomba para cada pozo. Las características de estas rendirán para el periodo de diseño.

- Pozo #4: bomba sumergible modelo N8X-2000/2, 12.5 HP
- Pozo #5: bomba sumergible Altamira serie BS modelo 42 BS 75 HP
- Pozo #6: bomba sumergible Altamira serie BS modelo 42 BS 75 HP

5.11 RED DE DISTRIBUCION

El sistema de agua potable de la Ciudad de La Paz Centro, Departamento de León está dimensionado para funcionar en el régimen conocido como fuente Tanque Red (FTR), es decir que los equipos de bombeo del pozo #5 y #6 aportarán caudal únicamente al tanque de almacenamiento y este, a su vez, únicamente aportará a la red de agua potable de la localidad. El pozo # 4 aportara otro sector del casco urbano

1. Datos pozo #5 y #6

CPD = 61.1166 l/s – 0.0611166 m³/s

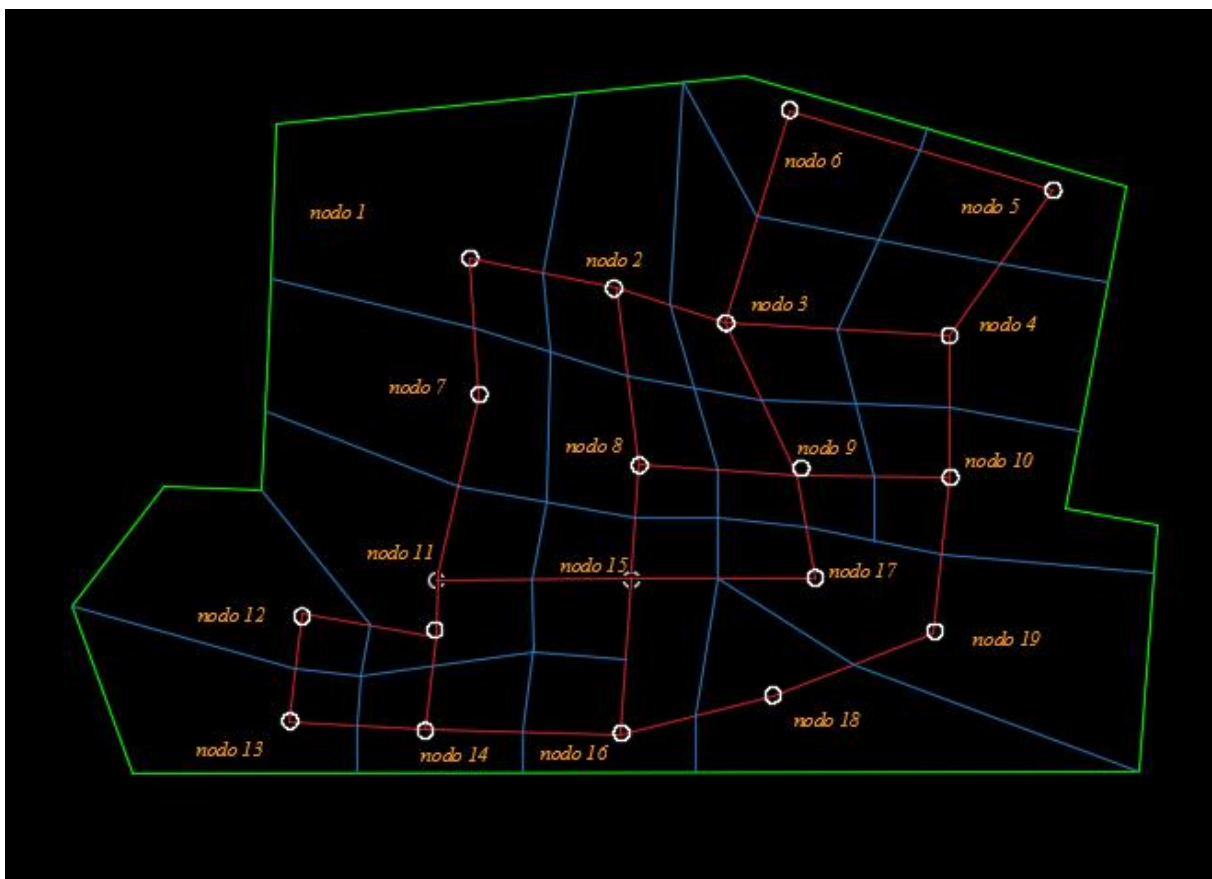
CMD = 103.896 l/s – 0.103896 m³/s

CMH = 165. 015 l/s – 0.165015 m³/s

Tabla No 15 Caudal Unitario del sector norte.

Nodo	Área m2	Área Ha	CMH	Q unitario m3/seg	Q unitario LPS
1	117219.752	11.722	8.50522E-08	0.0100	9.97
2	114733.372	11.473	8.50522E-08	0.0098	9.76
3	120473.362	12.047	8.50522E-08	0.0102	10.25
4	124652.182	12.465	8.50522E-08	0.0106	10.60
5	80098.8916	8.010	8.50522E-08	0.0068	6.81
6	82529.0216	8.253	8.50522E-08	0.0070	7.02
7	139542.992	13.954	8.50522E-08	0.0119	11.87
8	76283.8916	7.628	8.50522E-08	0.0065	6.49
9	68628.6516	6.863	8.50522E-08	0.0058	5.84
10	111524.292	11.152	8.50522E-08	0.0095	9.49
11	145964.552	14.596	8.50522E-08	0.0124	12.41
12	111826.092	11.183	8.50522E-08	0.0095	9.51
13	106184.892	10.618	8.50522E-08	0.0090	9.03
14	58687.3416	5.869	8.50522E-08	0.0050	4.99
15	89413.5716	8.941	8.50522E-08	0.0076	7.60
16	64780.4216	6.478	8.50522E-08	0.0055	5.51
17	70838.5216	7.084	8.50522E-08	0.0060	6.02
18	104761.652	10.476	8.50522E-08	0.0089	8.91
19	152311.562	15.231	8.50522E-08	0.0130	12.95
TOTAL	1940455.01	194.046		0.1650	165.04

Figura #6 áreas tributarias para la demanda de agua sector norte



Fuente: propia (elaborado en AutoCAD)

2. Datos pozo #4

CPD = 14.90645 l/s – 0.0149064 m³/s -

CMD = 25.34 l/s – 0.02534 m³/s

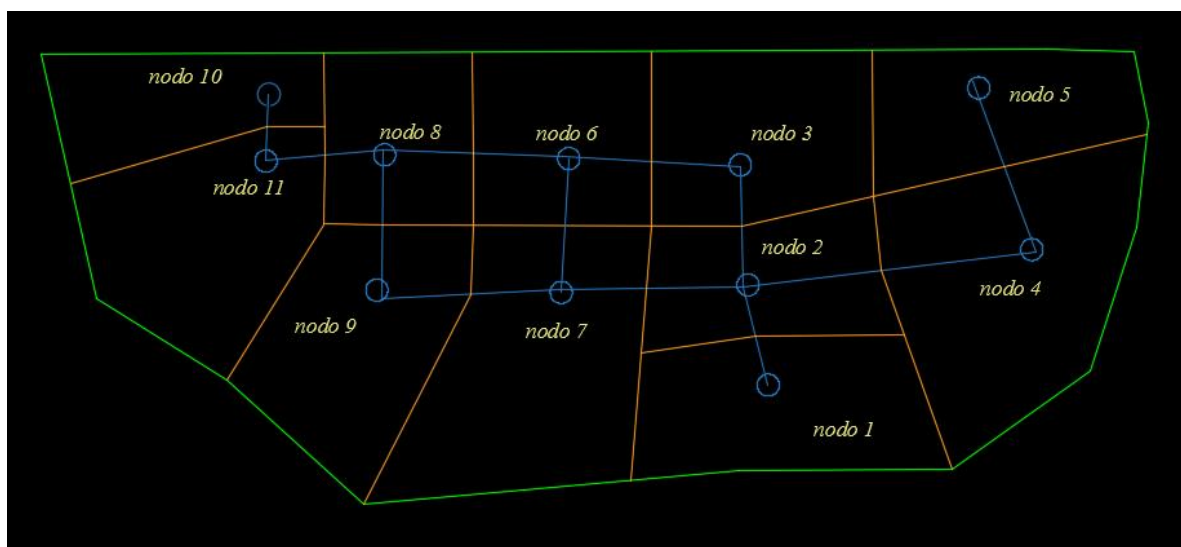
CMH = 37.266 l/s – 0.037266 m³/s

Tabla No 16 Caudal unitario del sector sur.

Nodo	Area m2	Area Ha	CMH	Q unitario m3/seg	Q unitario LPS
1	105449.109	10.5449	3.67147E-08	0.0039	3.87
2	79428.8891	7.9429	3.67147E-08	0.0029	2.92
3	100377.379	10.0377	3.67147E-08	0.0037	3.69
4	153469.449	15.3469	3.67147E-08	0.0056	5.63
5	84535.9791	8.4536	3.67147E-08	0.0031	3.10
6	84224.1591	8.4224	3.67147E-08	0.0031	3.09
7	150254.639	15.0255	3.67147E-08	0.0055	5.52
8	69375.1291	6.9375	3.67147E-08	0.0025	2.55
9	111650.429	11.1650	3.67147E-08	0.0041	4.10
10	70511.8691	7.0512	3.67147E-08	0.0026	2.59
11	114524.999	11.4525	3.67147E-08	0.0042	4.20
TOTAL	1123802.03	112.3802		0.0413	41.26

Fuente: propia

Figura #7 áreas tributarias para la demanda de agua del sector sur.



Fuente: propia (elaborado en AutoCAD)

5.11.1 Análisis Hidráulicos.

5.11.1.1 Resultados hidráulicos en condición CMH de los pozos #5 y #6 sector norte.

Tabla No 17 Demanda y Presion en los nodos del sector norte

Network Table - Nodes				
	Elevation	Demand	Head	Pressure
Node ID	m	LPS	m	m
Junc 1	73	9.97	108.42	35.42
Junc 2	75	9.76	107.08	32.08
Junc 3	73	10.25	106.64	33.64
Junc 4	70	10.6	104.7	34.7
Junc 5	77	6.81	101.99	24.99
Junc 6	75	7.02	105.79	30.79
Junc 7	70	11.87	108.02	38.02
Junc 8	73	6.49	105.95	32.95
Junc 9	70	5.84	104.78	34.78
Junc 17	70	6.02	103.38	33.38
Junc 15	70	7.6	105.15	35.15
Junc 11	70	12.41	107.22	37.22
Junc 23	70	0	106.91	36.91
Junc 12	67	9.51	106.15	39.15
Junc 13	60	9.03	104.87	44.87
Junc 14	60	4.99	106.25	46.25
Junc 16	60	5.51	103.34	43.34
Junc 28	60	0	99.55	39.55
Junc 18	60	8.91	98.46	38.46
Junc 19	65	12.95	102.46	37.46
Junc 10	70	9.49	104.04	34.04
Junc 32	75	0	111.16	36.16
Junc 33	75	0	110.86	35.86
Resvr pozo5	77	-56.72	77	0
Resvr pozo6	77	-56.77	77	0
Tank tanque1	101	-21.88	110	9
Tank tanque2	101.3	-29.67	110.3	9

Fuente : Epanet¹⁶

¹⁶ Epanet es un programa para computador para el análisis de sistemas de distribución de agua potable.

Tabla No 18 Diámetros y Velocidades en las tuberías del sector norte

Network Table - Links				
Link ID	Diameter mm	Roughness	Velocity m/s	Unit Headloss m/km
Pipe 10	300	150	1.43	5.03
Pipe 11	250	150	0.8	2.14
Pipe 12	150	150	0.58	2.16
Pipe 13	75	150	0.75	7.68
Pipe 15	250	150	1.06	3.55
Pipe 16	150	150	0.8	3.87
Pipe 17	100	150	0.85	6.99
Pipe 18	75	150	1.02	13.62
Pipe 19	75	150	1.02	13.62
Pipe 20	75	150	0.99	12.94
Pipe 21	150	150	0.98	5.62
Pipe 22	75	150	0.42	2.62
Pipe 23	75	150	0.66	6.12
Pipe 24	75	150	0.74	7.57
Pipe 25	75	150	0.62	5.37
Pipe 26	200	150	0.99	4.1
Pipe 27	200	150	0.8	2.72
Pipe 28	300	150	0.76	1.57
Pipe 29	250	150	0.86	2.42
Pipe 30	75	150	0.65	5.91
Pipe 31	200	150	0.85	3.11
Pipe 32	150	150	0.71	3.09
Pipe 33	75	150	0.69	6.54
Pipe 34	100	150	0.76	5.66
Pipe 35	150	150	0.81	3.93
Pipe 36	75	150	0.75	7.67
Pipe 38	75	150	0.79	8.47
Pipe 39	150	150	0.9	4.82
Pipe 1	300	150	0.8	1.73
Pipe 2	300	150	0.8	1.72
Pipe 3	300	150	1.11	3.16
Pipe 4	300	150	1.22	3.76
Pump bomba2	#N/A	#N/A	0	-34.16
Pump bomba3	#N/A	#N/A	0	-33.86

Fuente: Epanet

Figura #8 Resultado hidráulico en condición CMH del sector norte.



Fuente: Epanet

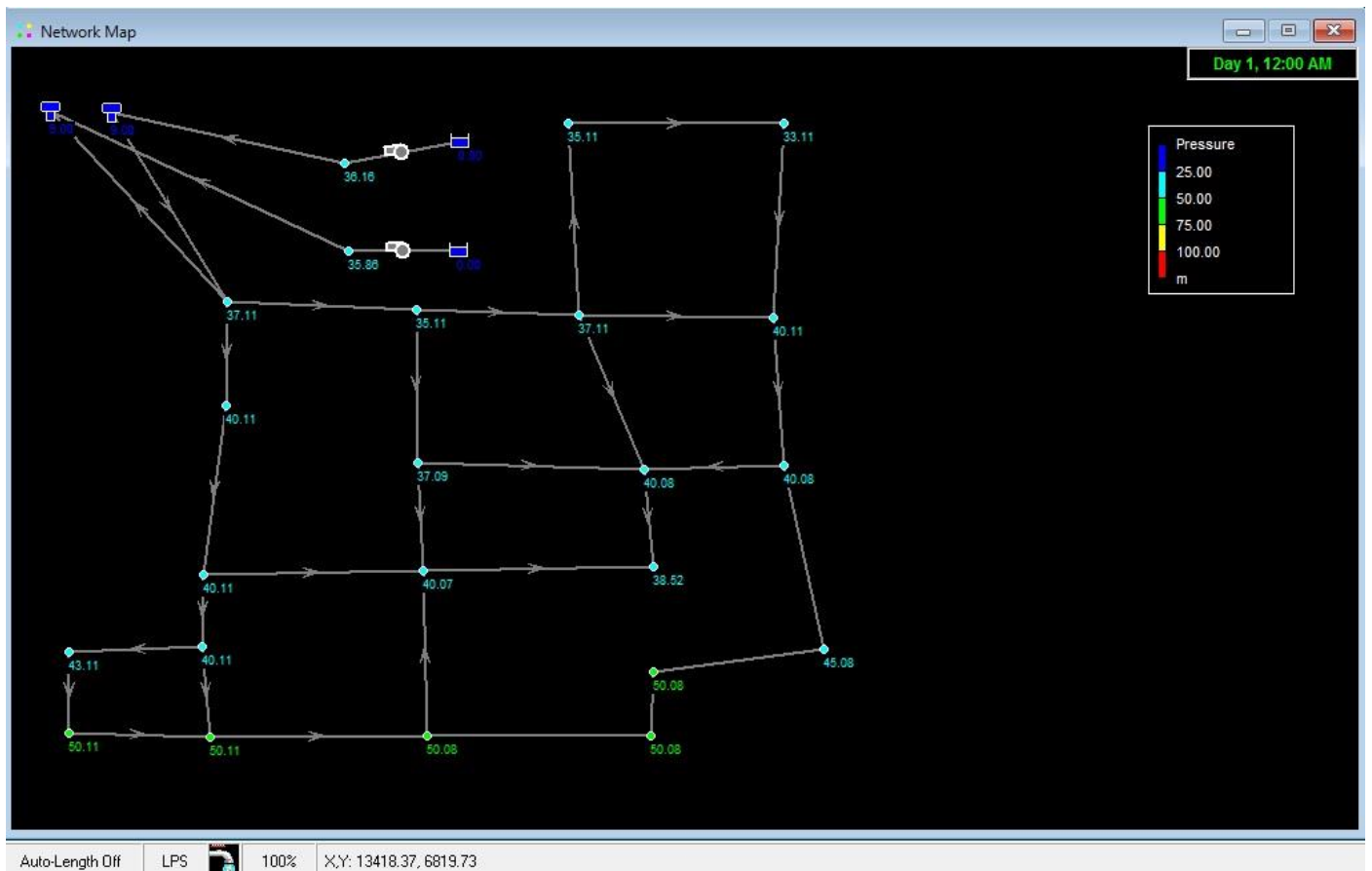
5.11.1.2 Resultados hidráulicos en condición demanda cero de los pozos #5 y #6 sector norte.

Tabla No 19 Presion en los nodos del sector norte

Network Table - Nodes	
Node ID	Pressure m
Junc 1	37.11
Junc 2	35.11
Junc 3	37.11
Junc 4	40.11
Junc 5	33.11
Junc 6	35.11
Junc 7	40.11
Junc 8	37.09
Junc 9	40.08
Junc 17	38.52
Junc 15	40.07
Junc 11	40.11
Junc 23	40.11
Junc 12	43.11
Junc 13	50.11
Junc 14	50.11
Junc 16	50.08
Junc 28	50.08
Junc 18	50.08
Junc 19	45.08
Junc 10	40.08
Junc 32	36.16
Junc 33	35.86
Resvr pozo5	0
Resvr pozo6	0
Tank tanque1	9
Tank tanque2	9

Fuente: Epanet

Figura #9 Resultado hidráulica en condición demanda cero del sector norte



Fuente: Epanet

6.11.1.3 Resultados hidráulicos condición CMH pozos #4 sector sur.

Tabla No 20 Demanda y Presión de los nodos en condición CMH del sector sur.

Network Table - Nodes				
Node ID	Elevation m	Demand LPS	Head m	Pressure m
Junc 1	70	3.87	87.2	17.2
Junc 2	60	2.92	86.33	26.33
Junc 4	60	5.63	80.81	20.81
Junc 5	60	3.1	78.77	18.77
Junc 3	65	3.69	83.9	18.9
Junc 7	63	5.52	84.75	21.75
Junc 6	60	3.09	82.51	22.51
Junc 8	60	2.55	80.72	20.72
Junc 9	63	4.1	82.41	19.41
Junc 11	60	4.2	74.92	14.92
Junc 10	60	2.59	74.39	14.39
Resvr pozo4	65	-41.26	65	0

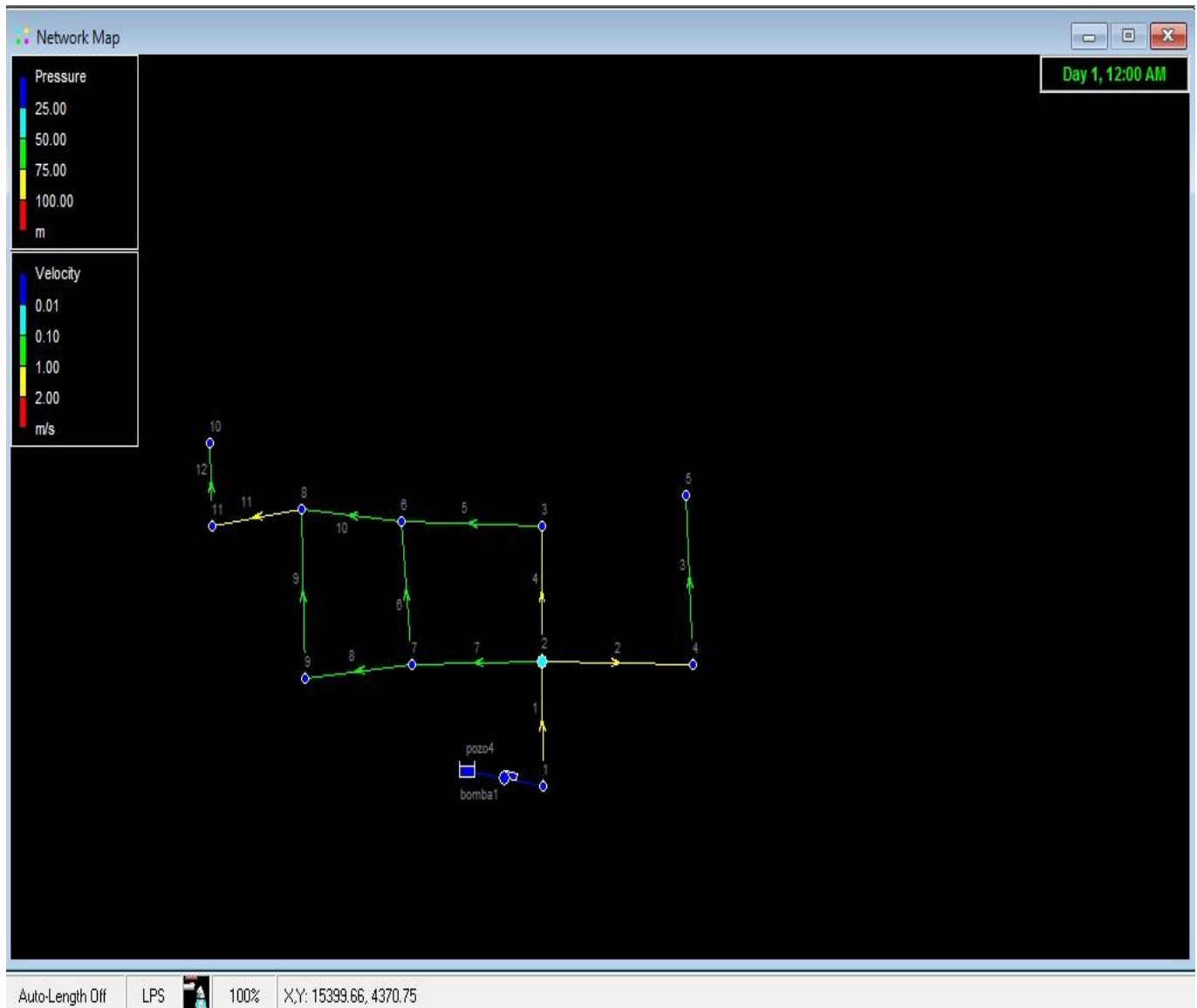
Fuente: Epanet

Tabla No 21 Diámetro y Velocidades de las tuberías en el sector sur

Network Table - Links				
Link ID	Diameter mm	Roughness	Velocity m/s	Unit Headloss m/km
Pipe 1	200	150	1.19	5.75
Pipe 2	100	150	1.11	11.37
Pipe 3	75	150	0.7	6.78
Pipe 4	100	150	1.16	12.29
Pipe 5	100	150	0.69	4.69
Pipe 6	75	150	0.88	10.3
Pipe 7	150	150	0.94	5.21
Pipe 8	100	150	0.92	8.02
Pipe 9	75	150	0.71	6.91
Pipe 10	100	150	0.79	6.05
Pipe 11	75	150	1.54	28.98
Pipe 12	75	150	0.59	4.86
Pump bomba1	#N/A	#N/A	0	-22.2

Fuente : Epanet

Figura #10 resultados hidraulicos en condicion CMH del sector sur



Fuente: Epanet

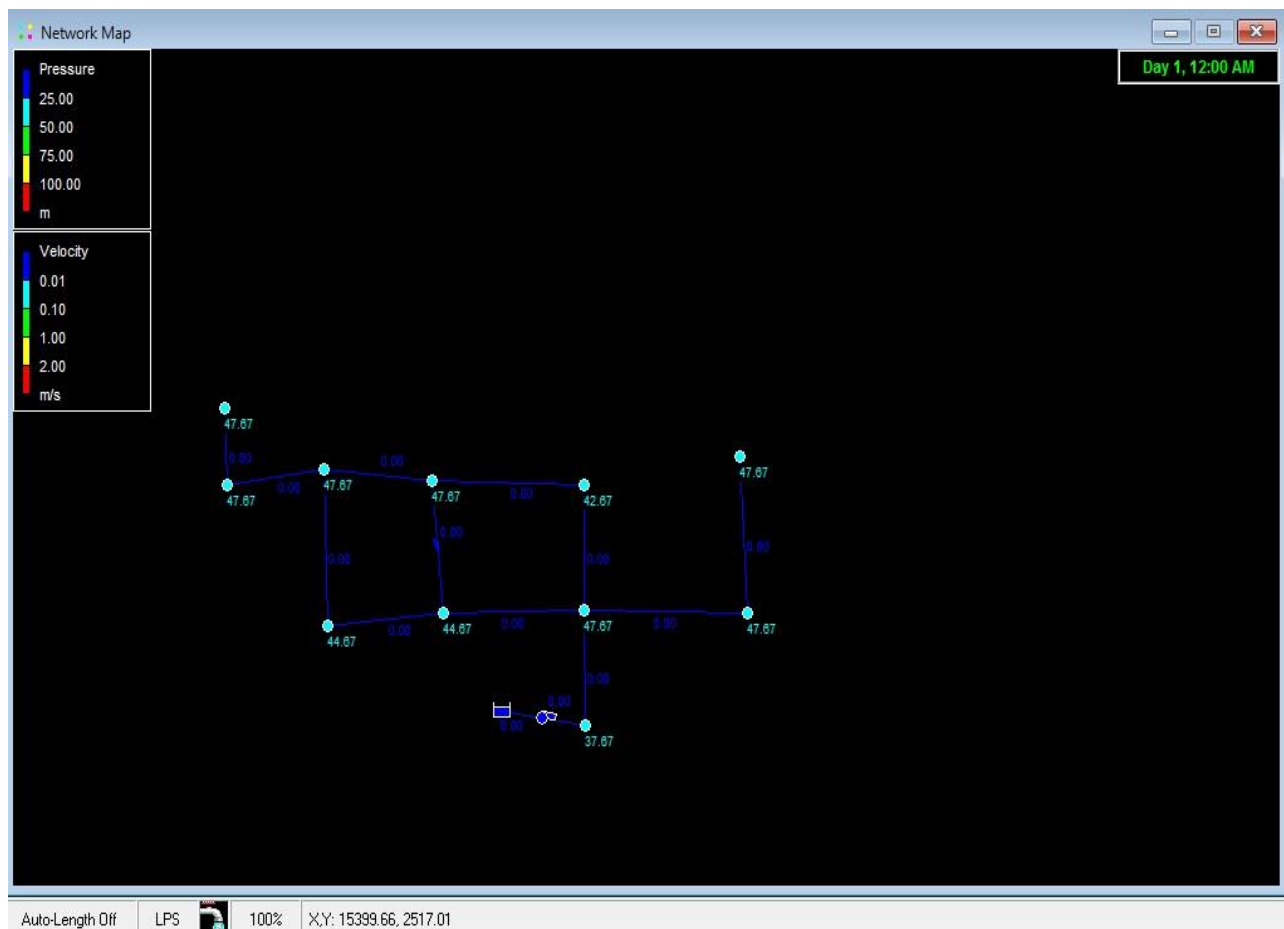
6.11.1.4 Resultados hidráulicos en condición demanda cero pozos #4 sector sur.

Tabla No 22 Presión de los nodos en condición demanda cero del sector sur.

Network Table - Nodes	
	Pressure
Node ID	m
Junc 1	37.67
Junc 2	47.67
Junc 4	47.67
Junc 5	47.67
Junc 3	42.67
Junc 7	44.67
Junc 6	47.67
Junc 8	47.67
Junc 9	44.67
Junc 11	47.67
Junc 10	47.67
Resvr pozo4	0

Fuente: Epanet

Figura #11 resultado hidráulico en condición demanda cero del sector sur



Fuente: Epanet

5.11.1.5 Resultados hidráulicos en condición consumo coincidente de los pozos #5 y #6 sector norte.

Tabla No 23 Demanda y presión en los nodos del sector norte (consumo coincidente)

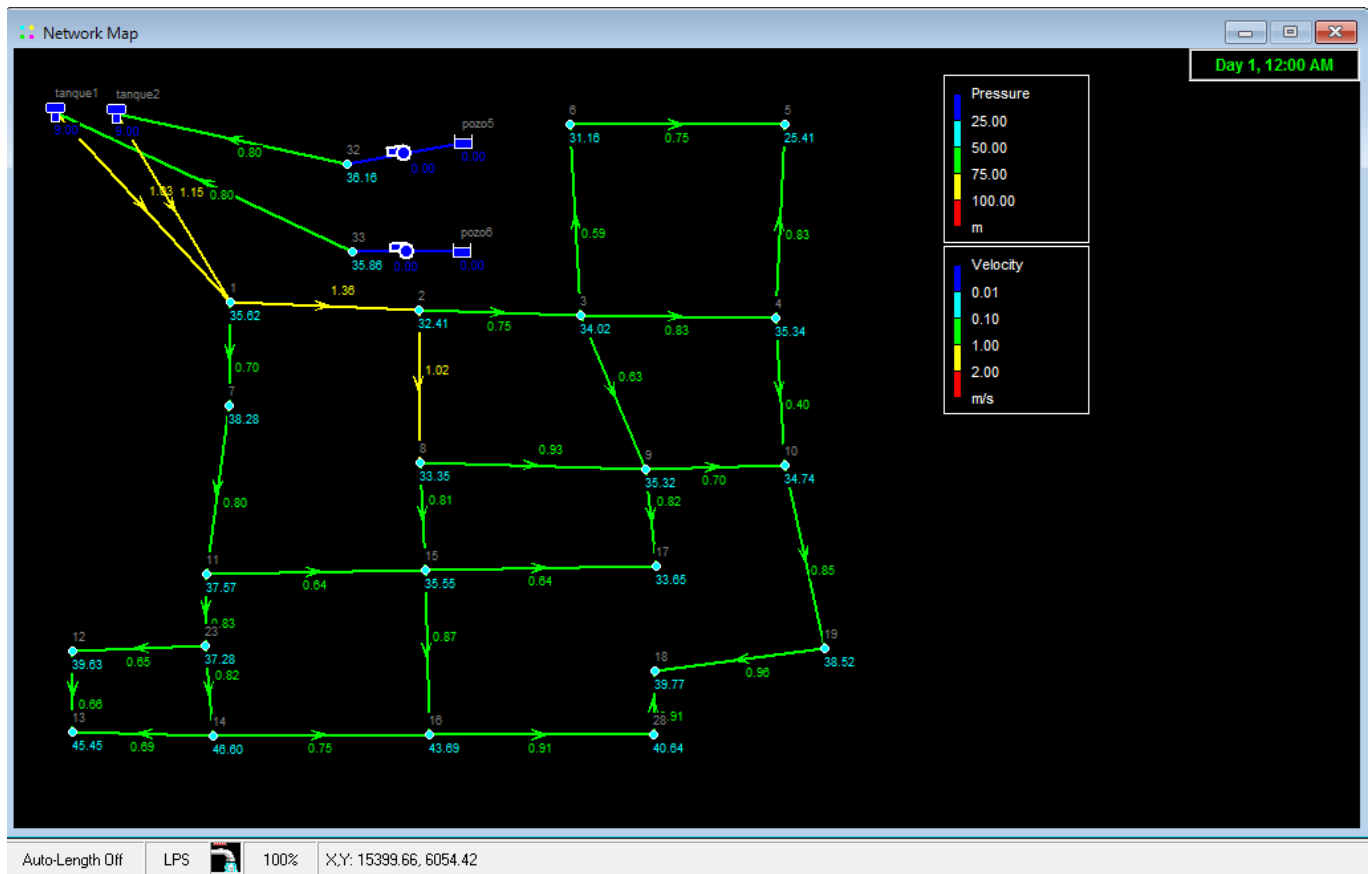
Network Table - Nodes				
	Elevation	Demand	Head	Pressure
Node ID	m	LPS	m	m
Junc 1	73	8.93	108.62	35.62
Junc 2	75	8.8	107.41	32.41
Junc 3	73	9.1	107.02	34.02
Junc 4	70	9.33	105.34	35.34
Junc 5	77	6.94	102.41	25.41
Junc 6	75	7.07	106.16	31.16
Junc 7	70	10.13	108.28	38.28
Junc 8	73	6.74	106.35	33.35
Junc 9	70	6.33	105.32	35.32
Junc 17	70	6.45	103.65	33.65
Junc 15	70	7.44	105.55	35.55
Junc 11	70	10.47	107.57	37.57
Junc 23	70	0	107.28	37.28
Junc 12	67	8.64	106.63	39.63
Junc 13	60	8.34	105.45	45.45
Junc 14	60	5.79	106.6	46.6
Junc 16	60	6.12	103.69	43.69
Junc 28	60	0	100.64	40.64
Junc 18	60	8.26	99.77	39.77
Junc 19	65	10.81	103.52	38.52
Junc 10	70	8.62	104.74	34.74
Junc 32	75	0	111.16	36.16
Junc 33	75	0	110.86	35.86
Resvr pozo5	77	-56.72	77	0
Resvr pozo6	77	-56.77	77	0
Tank tanque1	101	-16.29	110	9
Tank tanque2	101.3	-24.53	110.3	9

Fuente: Epanet

Tabla No 24 Diámetro y Velocidades de las tuberías en el sector norte (consumo coincidente)

Network Table - Links				
	Diameter	Roughness	Velocity	Unit Headloss
Link ID	mm		m/s	m/km
Pipe 10	300	150	1.36	4.56
Pipe 11	250	150	0.75	1.9
Pipe 12	150	150	0.59	2.17
Pipe 13	75	150	0.75	7.59
Pipe 15	250	150	1.02	3.33
Pipe 16	150	150	0.81	3.9
Pipe 17	100	150	0.87	7.19
Pipe 18	75	150	0.91	10.94
Pipe 19	75	150	0.91	10.94
Pipe 20	75	150	0.96	12.16
Pipe 21	150	150	0.85	4.33
Pipe 22	75	150	0.4	2.39
Pipe 23	75	150	0.63	5.58
Pipe 24	75	150	0.82	9.03
Pipe 25	75	150	0.64	5.74
Pipe 26	200	150	0.93	3.61
Pipe 27	200	150	0.7	2.14
Pipe 28	300	150	0.7	1.34
Pipe 29	250	150	0.8	2.14
Pipe 30	75	150	0.64	5.8
Pipe 31	200	150	0.83	2.95
Pipe 32	150	150	0.65	2.65
Pipe 33	75	150	0.66	6.03
Pipe 34	100	150	0.69	4.72
Pipe 35	150	150	0.82	4.06
Pipe 36	75	150	0.75	7.69
Pipe 38	75	150	0.83	9.17
Pipe 39	150	150	0.83	4.16
Pipe 1	300	150	0.8	1.73
Pipe 2	300	150	0.8	1.72
Pipe 3	300	150	1.03	2.76
Pipe 4	300	150	1.15	3.36
Pump bomba2	#N/A	#N/A	0	-34.16
Pump bomba3	#N/A	#N/A	0	-33.86

Figura #12 resultado hidráulico en condición consumo coincidente del sector norte



Fuente: Epanet

5.11.1.6 Resultados hidráulicos en condición consumo coincidente del pozos #4 sector sur.

Tabla No 25 Demanda y Presión de los nodos en condición consumo coincidente del sector sur.

Network Table - Nodes				
	Elevation	Demand	Head	Pressure
Node ID	m	LPS	m	m
Junc 1	70	3.59	91.04	21.04
Junc 2	60	2.99	90.28	30.28
Junc 4	60	4.7	85.79	25.79
Junc 5	60	3.1	83.75	23.75
Junc 3	65	3.47	87.99	22.99
Junc 7	63	4.62	88.89	25.89
Junc 6	60	3.1	86.65	26.65
Junc 8	60	2.75	84.92	24.92
Junc 9	63	3.73	86.71	23.71
Junc 11	60	3.8	79.45	19.45
Junc 10	60	2.78	78.85	18.85
Resvr pozo4	65	-38.63	65	0

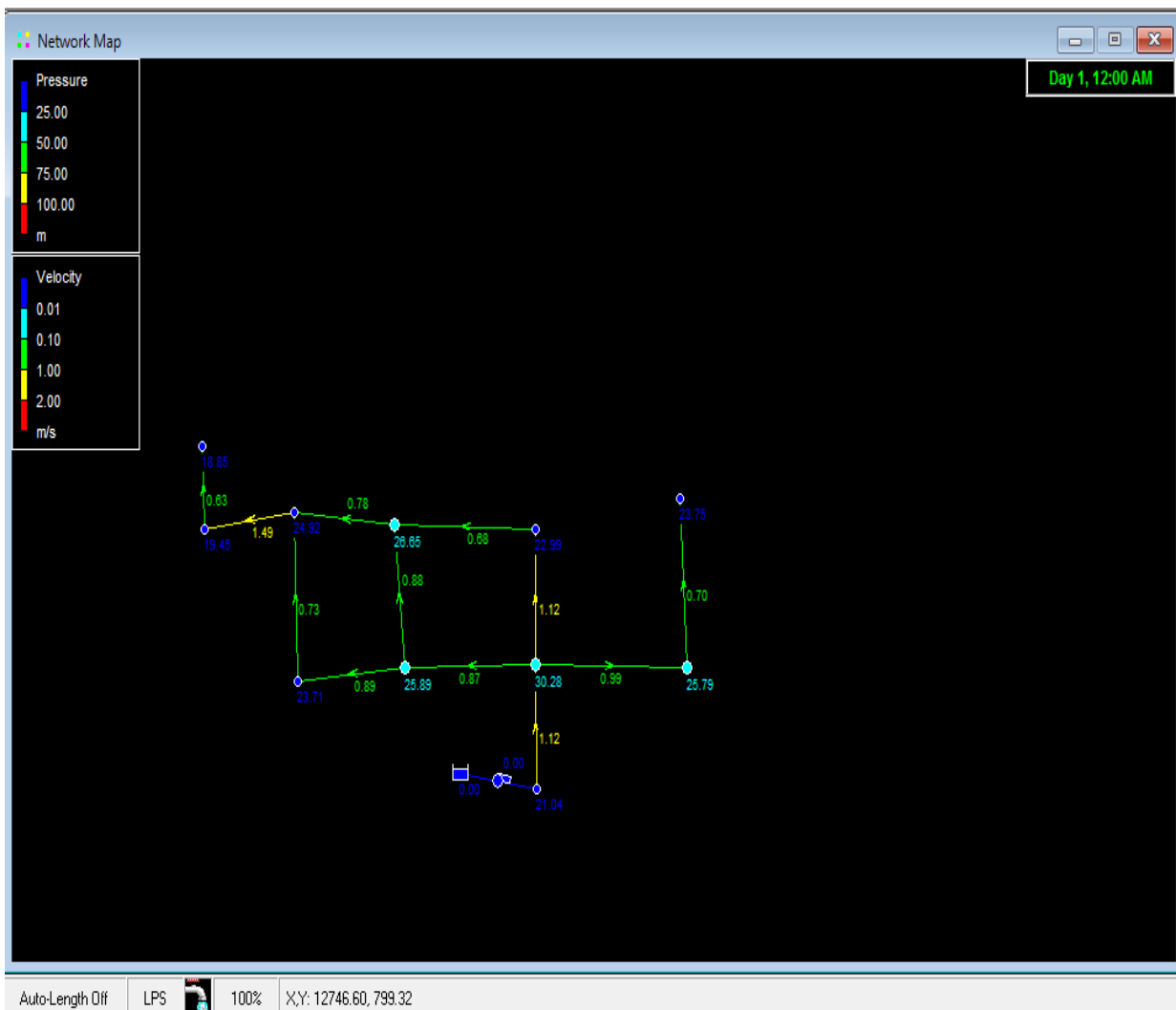
Fuente: Epanet

Tabla No 26 Diámetro y Velocidades de las tuberías en el sector sur (consumo coincidente)

Network Table - Links				
	Diameter	Roughness	Velocity	Unit Headloss
Link ID	mm		m/s	m/km
Pipe 1	200	150	1.12	5.09
Pipe 2	100	150	0.99	9.23
Pipe 3	75	150	0.7	6.78
Pipe 4	100	150	1.12	11.51
Pipe 5	100	150	0.68	4.54
Pipe 6	75	150	0.88	10.29
Pipe 7	150	150	0.87	4.55
Pipe 8	100	150	0.89	7.47
Pipe 9	75	150	0.73	7.32
Pipe 10	100	150	0.78	5.85
Pipe 11	75	150	1.49	27.34
Pipe 12	75	150	0.63	5.54
Pump bomba1	#N/A	#N/A	0	-26.04

Fuente: Epanet

Figura #12 resultado hidráulico en condición consumo coincidente del sector sur

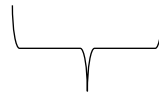


Fuente: Epanet

5.12 ALMACENAMIENTO.

5.12.1 Capacidad del tanque

$$V_t = V_{comp} + V_{reserv} + V_{inc}$$



40 % cpd

- $V_{comp} + V_{reserv} = 40\% (76.3957 \text{ LPS}) = 30.56 \text{ LPS} = 1760.256 \text{ m}^3$
- Dotación de incendio = 63 lts = $0.063 \text{ m}^3/\text{s}$
- Tiempo de incendio: 2 horas

Tabla No 27 Dotación de incendio

Caudales contra incendio				
Rango de población		Caudales		Caudales por toma
De	A	GPM	GPM	GPM (LTS)
0	5000	no se considera		
5000	10000	80 (5)	200 (13)	1 toma de 150 (9)
10000	15000	200 (13)	350 (22)	1 tomas 250 c/u (16)
15000	20000	350 (22)	550 (35)	2 tomas 250 c/u (16)
20000	30000	550 (35)	1000 (63)	3 tomas 250 c/u (16)
30000	50000	1000 (63)	1500 (95)	2 tomas 500 c/u (31)
50000	100000 y más	1500 (95) y más		3 tomas 500 c/u (31)

Fuente: Normas de Diseño de Sistemas de Abastecimiento y Potabilización del Agua.

- $$V_{INC} = \frac{2 \text{ horas} * 63 \frac{lt}{s} * 3600 \text{ seg/hr}}{10^3 \text{ lts/m}^3} = 453.6 \text{ m}^3$$

- $$V_t = 1760.256 \text{ m}^3 + 453.6 \text{ m}^3 = 2213.856 \text{ m}^3$$

- Igualamos $H=D$

$$D = \sqrt[3]{\frac{2213.856 \times 4}{\pi}} = 13.76 \text{ m}$$

El tamaño del tanque para todo el sistema de 13.76 m de diámetro y de alto, dado que el sistema ya tiene un tanque de almacenamiento de 200,000 galones que es aproximadamente de 753 m^3 . Siendo así se tendrá que construir un tanque de menor dimensión para completar lo que requiere el sistema para el periodo de diseño.

✓ Dimensión del tanque.

$$2213.856 \text{ m}^3 - 753 \text{ m}^3 = 1456.856 \text{ m}^3$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{1456.856 \times 4}{\pi}} = 12 \text{ m}$$

✓ 1 tanque de dimensiones de 9.63 m de diámetro y 14 metros de alto (753 m^3)

✓ 1 tanque de dimensiones de 12 m de diámetro y 12 de alto (1456.856 m^3)

5.13 TRATAMIENTO

5.13.1 Cloradores gaseosos de funcionamiento al vacío.

5.13.1.1 Capacidad requerida de la sala de cloración.

Datos:

Q: 17,824 m³/día

Dosis: 2.5 mg/lts

$$Ca = \frac{(17,824 \text{ m}^3/\text{día}) * (2.5 \text{ mg}/\text{lts})}{1000} = 44.56 \text{ kg/día} = 98.032 \text{ lb/día}$$

La capacidad requerida de la sala de cloración para el final de periodo de diseño (2038) será de 98.032 lbs/día de cloro.

5.14 COSTOS DEL PROYECTO.

Las obras comprendidas dentro del proyecto de diseño de abastecimiento de agua potable en el casco urbano de La Paz Centro, han sido presupuestadas con el fin de obtener un costo aproximado a su costo real. Los costos directos comprenden a rubros de costo de materiales, transporte, mano de obra y equipo. Se utilizó costos unitarios de la industria de construcción de obras horizontales.

5.14.1 COSTO TOTAL DE LA OBRA

El costo total de las obras de abastecimiento de agua potable para el casco urbano de La Paz Centro asciende a **C\$ 74, 264,613.82 (setenta y cuatro millones, doscientos sesenta y cuatro mil, seiscientos trece córdobas con 82/100 centavos de córdobas)** y en dólares **US\$ 2, 383,117.49** (Dos millones, trecientos ochenta y tres mil, ciento diecisiete dólares con 49/100 centavos de dólar). Tipo de cambio abril 2018 (1 dólar= 31.1628 córdobas).

5.14.2 RESUMEN DE LOS COSTOS DEL PROYECTO.

Obra de captación	\$ 20,010.00
Estaciones de bombeo	\$ 16,736.00
Equipo de bombeo	\$ 138, 700.00
Instalaciones eléctricas de alta y baja tensión.	\$ 14,325.00
Línea de conducción	\$ 91,370.19
Tanque de almacenamiento	\$ 694,027.77
Red de distribución	\$ 676,228.53
Mano de obra	\$ 731,720.00

Fuente: propia

VI. INDICADORES TECNICOS DE LA RED

De conformidad con las normas de INAA, a continuación, se presenta un listado de los principales datos técnicos utilizados y resultantes de los estudios y diseños del sistema de agua potable del casco urbano de La Paz Centro.

1. Caudal total de explotación de la fuente	: 76.4 lps
2. Cobertura	: 100%
3. Periodo de diseño	: 2018-2038
4. Tasa de crecimiento utilizada	: 2.5%
5. Población de diseño	: 38827 hab
6. Dotación de consumo de agua	: 170 lppd
7. Nivel de servicio	: 100%
8. Consumo promedio de agua	: 76.4 lps
9. Consumo de máximo hora	: 206.27 lps
10. Consumo de máximo día	: 129.87 lps
11. Longitud de línea de conducción	: 1180.33 ml
12. Longitud de red de distribución	: 38,560.91 ml
13. Presión mínima de la red	: nodo 5 :25 ; nodo 10: 14.4
14. Presión máxima de la red	: nodo 14: 46; nodo 2 : 26.4
15. Volumen de almacenamiento	: 2,213.86 m ³
16. Tratamiento	: cloración
17. Costo total del proyecto	: \$ 2,383,117.49

CONCLUSIONES.

En el presente proyecto se desarrolló la mejor alternativa de solución para suministrar y abastecer de agua potable del casco urbano de La Paz Centro, también se seleccionó dos pozos cercanos a donde se ubica uno de los tanques y donde se construirá otro, configurando el sistema con un arreglo FUENTE-TANQUE-RED, la cual cumple con cada uno de los criterios y normas establecidas por el INAA.

De acuerdo al análisis realizado para cada uno de los diferentes aspectos (Proyección de población y consumo, fuentes de abastecimiento y equipo de bombeo, red de distribución, líneas de conducción y almacenamiento), se logró proyectar para una población a un periodo de diseño de 20 años, se obtuvieron las características de bombeo y se seleccionó el equipo de bombeo adecuado, se balanceo la red de distribución con el empleo del software EPANET, se seleccionó el diámetro técnico económico y se dimensiono el tanque de almacenamiento, obteniéndose la serie mediante los análisis antes mencionados un proyecto caracterizado como factible.

En lo que respecta a los aspectos técnicos y económicos se obtuvo la siguiente información:

- Las velocidades cumplen con su debido criterio de seguridad (0.6m/s-2.0m/s).
- Las presiones están dentro del rango de aceptabilidad.
- El diámetro seleccionado para la línea de conducción resulto ser el más económico según el análisis de costos realizado (12"-300mm).
- Las tuberías seleccionadas (SDR-26 PVC), cumplen con sus presiones correspondientes a este tipo de tubería (11.2kg/cm).
- El tanque de almacenamiento existente no cubre el 100% de la demanda de consumo de máxima hora. Por lo cual se propone la

construcción de otro para que satisfaga la demanda para el año 2038.

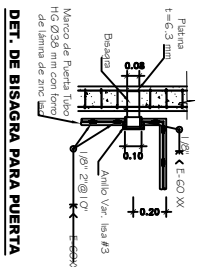
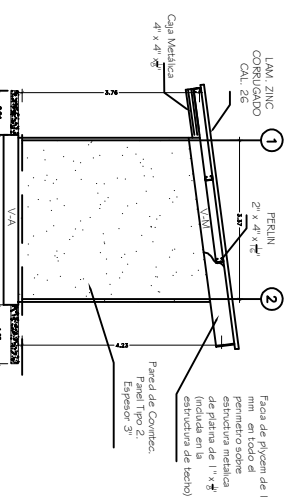
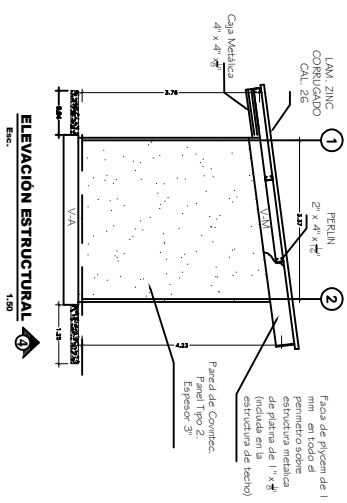
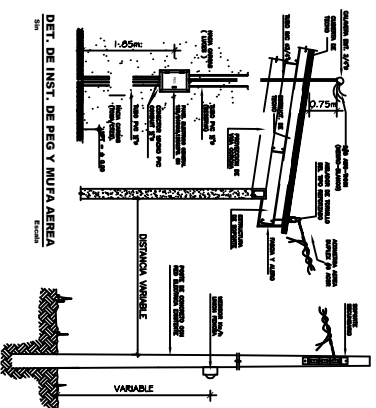
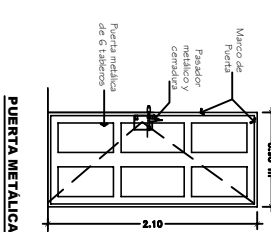
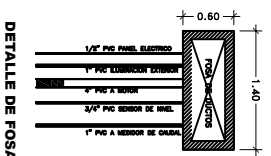
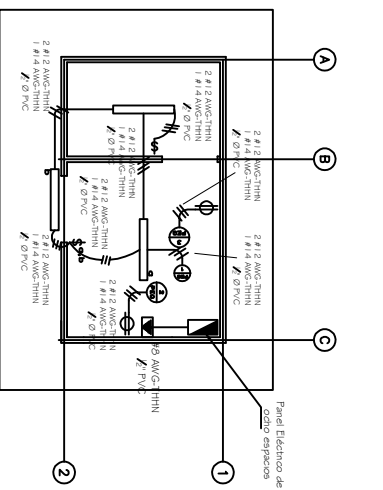
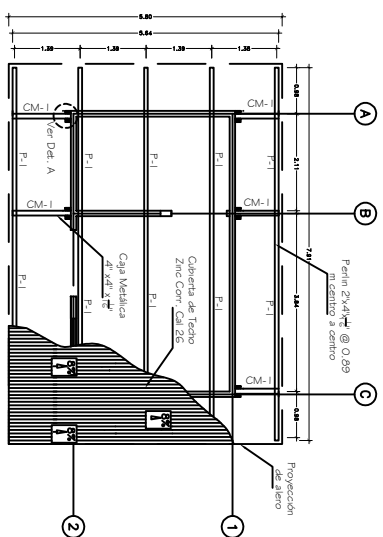
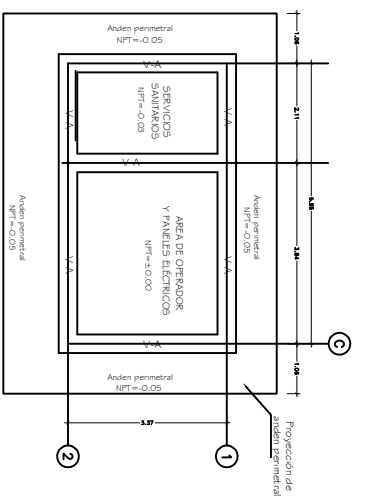
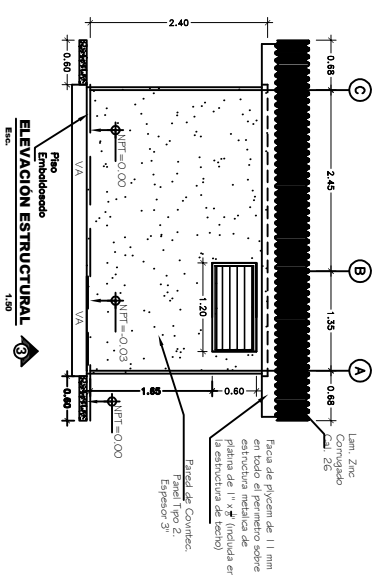
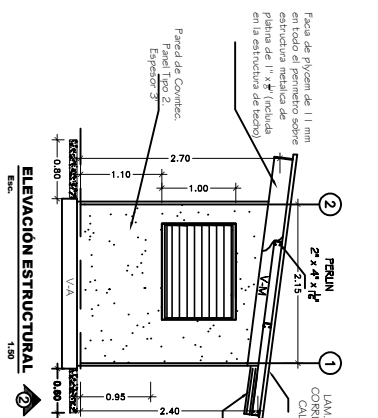
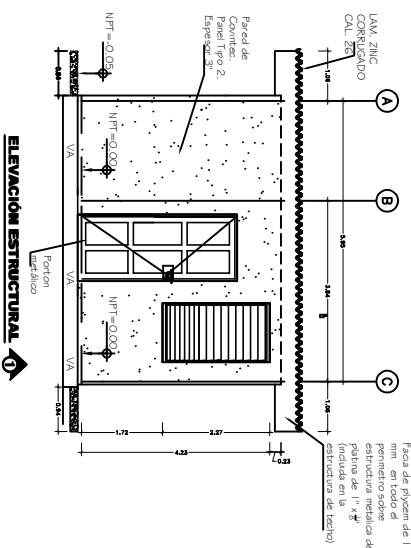
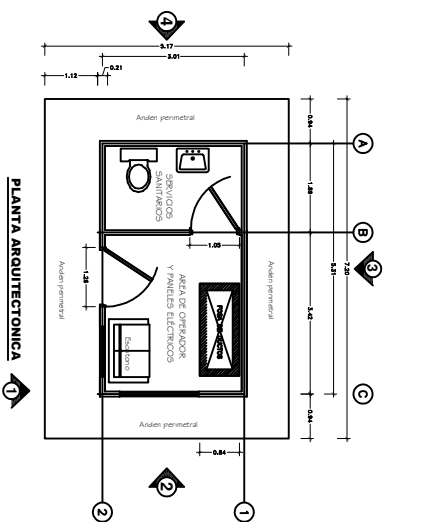
- Se actualizo el plano topográfico con barrios y asentamientos que no tenían agua potable.
- Se logró sectorizar toda la red de distribución la cual para facilitar el metimiento de esta.


RECOMENDACIONES.

- Realizar estudio de suelo para la construcción de la losa para el tanque de almacenamiento.
- Darle mantenimiento al tanque que está en uso.
- Utilizar los pozos # 1, 2,3 en casos de emergencias para cuando sea necesario ubicados al oeste de la ciudad.
- La supervisión en la construcción de la red sea de tiempo completo para que se obtenga un buen funcionamiento de la red.

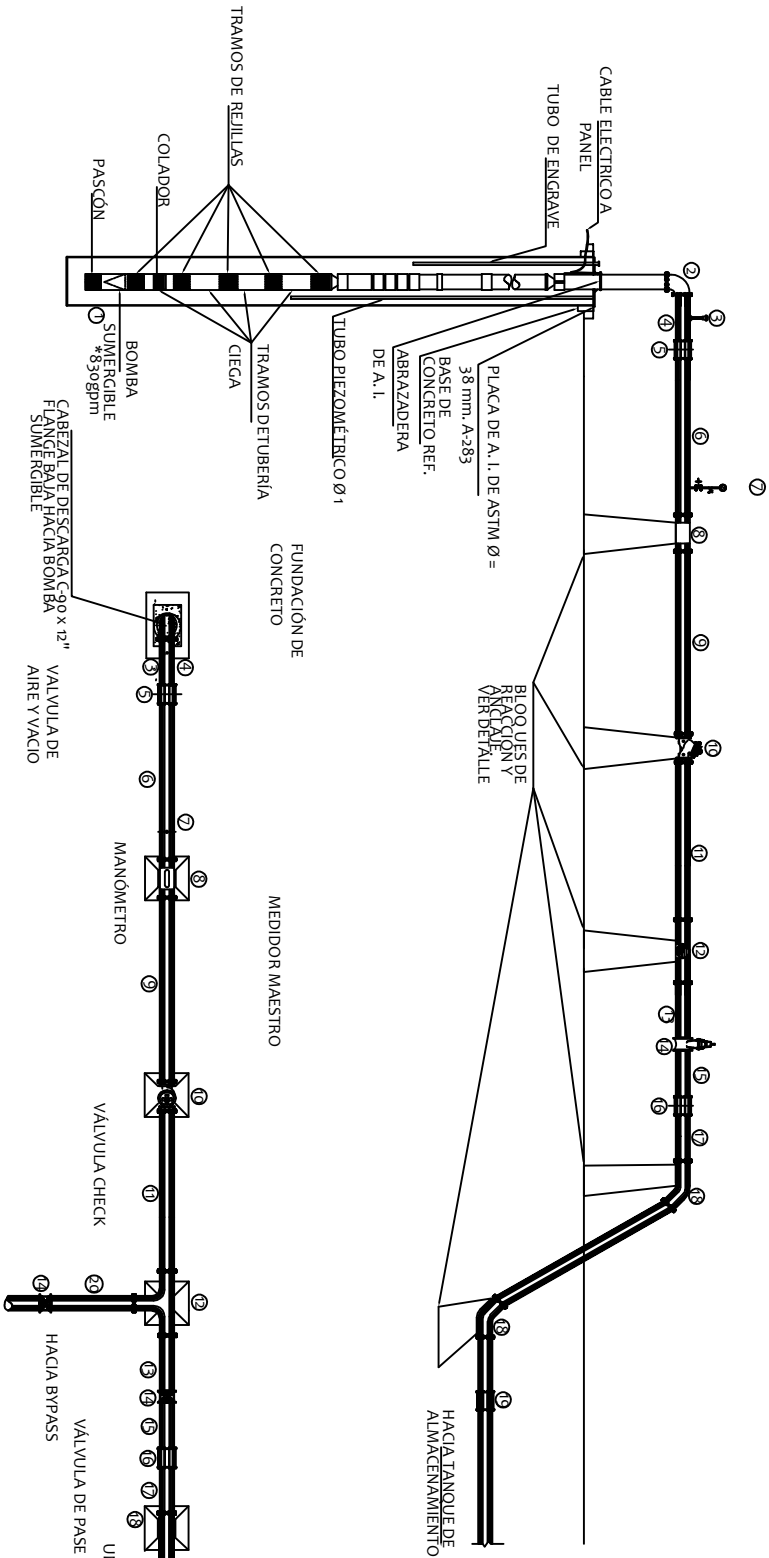
BIBLIOGRAFIA.

- APA, Sexta edición. American Psychiological Association
- 09001-99, N. (1999). Normas Tecnicas Obligatorias Nicaraguenses.
- Aspectos Generales de la localidad <https://lapazcentro.com/index1.htm>
- Apuntes de la clases de sanitaria.
- Bombas catalogo y ficha técnica
<http://www.atb.com.mx/marca/124/Altamira.html>
<http://www.pompezanni.it/>
- Características de tuberías existente: <https://www.durman.com/>
- Censo poblacional de Nicaragua <http://www.inide.gob.ni/>
- FISE, N. (2011). Marco Ambiental del Programa de Agua y Saneamiento del Nuevo FISE.
- López Cualla, Ricardo Alfredo: *diseño de acueductos y alcantarillados* 2da edición, editorial alphaomega.

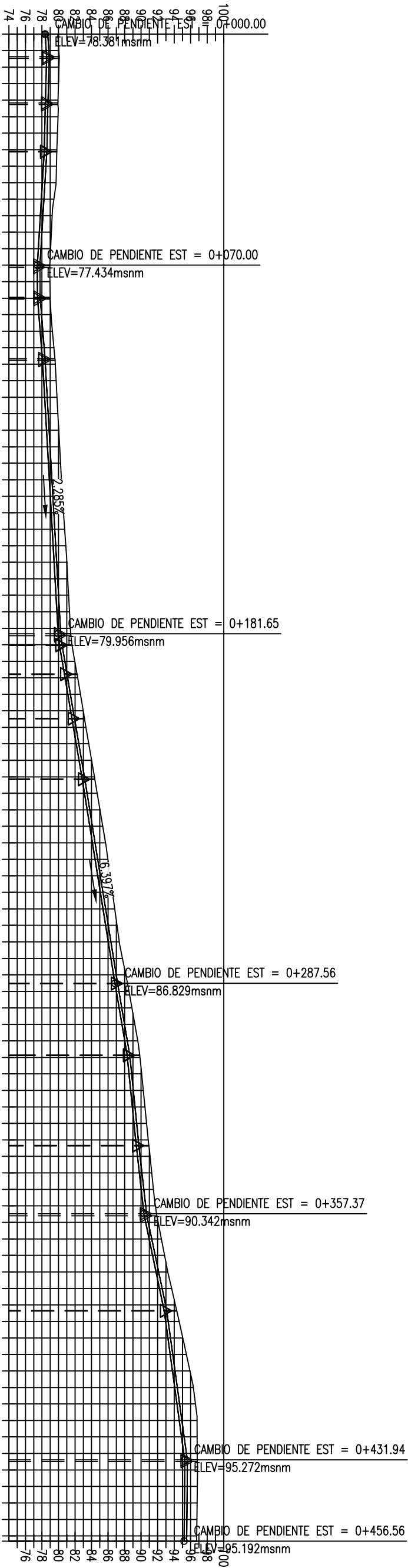
[illegible]

	TEMA: DISEÑO DE RED DE AGUA POTABLE EN EL CASCO URBANO DE LA PAZ CENTRO	
	NOMBRE: B. MANGLIO RENÉ SÁNCHEZ SIERRA	TUTOR ING. ANGEL BALTODOANO
	CONTENIDO: DETALLE CASETA DE OPERACION	ESCALA: 11 / 12

LISTA DE MATERIALES DE SARTA DE LA BOMBA	
No. DE ORDEN	DESCRIPCION
1	BOMBA SUMERGIBLE 830 GPM
2	CODO DE 90° Ø 12" CON BRIDAS DE H.F.D.
3	VÁLVULA DE AIRE Y VACÍO CON ROSCA MACHO Ø 12" DE H.F.D.
4	NIPLE DE Ø12" H"6" O H.F.D., LONGITUD DE 0.60 m CON SUS BRIDAS
5	UNIÓN DRESSER DE H.F.D. O H"6" x 12"
6	NIPLE DE Ø12" H"6" O H.F.D., LONGITUD DE 1.80 m CON SUS BRIDAS
7	MANOMETRO DE 200 PSI
8	MEDIDOR MAESTRO H.F.D. O H"6" CON BRIDA Ø 2"
9	NIPLE DE Ø12" H"6" O H.F.D., LONGITUD DE 2.0 m CON SUS BRIDAS
10	VÁLVULA CHECK DE Ø12" CON BRIDAS DE H.F.D.
11	NIPLE DE Ø12" H"6" O H.F.D., LONGITUD DE 1.7 m CON SUS BRIDAS
12	TEE DE H.F.D. O H"6" CON BRIDAS DE 12"x12"
13	NIPLE DE Ø12" H"6" O H.F.D., LONGITUD DE 0.60 m CON SUS BRIDAS
14	VÁLVULA DE PASE Ø12" CON BRIDAS DE H.F.D.
15	NIPLE DE Ø12" H"6" O H.F.D., LONGITUD DE 0.60 m CON SUS BRIDAS
16	UNIÓN DRESSER DE H.F.D. O H"6" x 12"
17	NIPLE DE Ø12" H"6" O H.F.D., LONGITUD DE 0.60 m CON SUS BRIDAS
18	CODO DE 90° x Ø12" CON BRIDAS DE H.F.D.
19	UNIÓN DRESSER DE H.F.D. O H"6" x 12"
20	NIPLE DE Ø12" H"6" O H.F.D., LONGITUD DE 0.90 m CON SUS BRID



TEMA: DISEÑO DE RED DE AGUA POTABLE EN EL CASCO URBANO DE LA PAZ CENTRO		
NOMBRE: B. MANGLIO RENÉ SÁNCHEZ SIERRA		
TUTOR ING. ANGEL BALTOIANO		
CONTENIDO: DETALLE SARTA		
ESCALA:		
		12 / 12



PROGRESIVA		
NIVEL DE TERRENO (msnm)	78.38	79.91
COTA DE TUBERIA (msnm)	78.41	79.94
DISTANCIA PARCIAL (m)	6.650m	3.497m
DISTANCIA ACUMULADA (m)	0.000m	7.353m
	0+000	0+020
	0+040	0+060
	0+080	0+100
	0+120	0+140
	0+160	0+180
	0+200	0+220
	0+240	0+260
	0+280	0+300
	0+320	0+340
	0+360	0+380
	0+400	0+420
	0+440	0+457

TEMA: DISEÑO DE RED DE AGUA POTABLE EN EL CASCO URBANO DE LA PAZ CENTRO

NOMBRE: Br. MANGLIO RENÉ SÁNCHEZ SIERRA

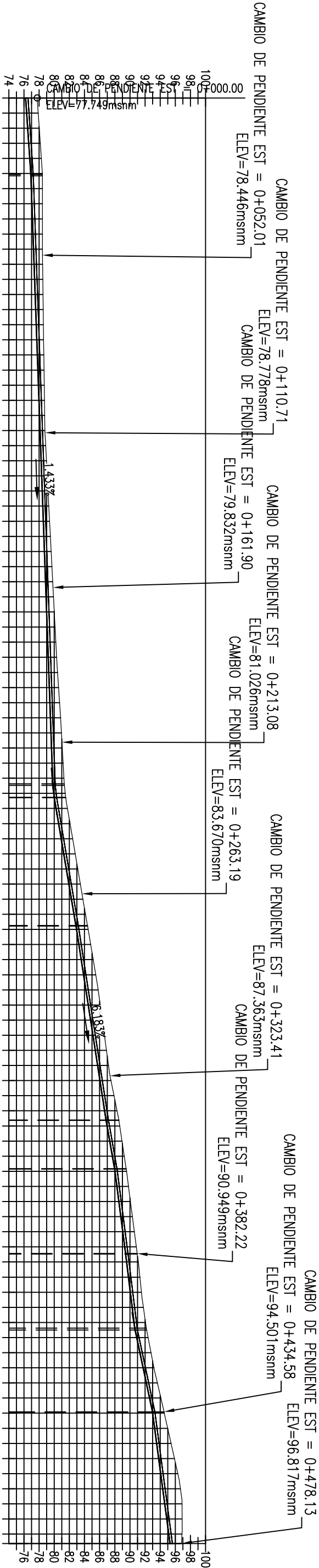
CONTENIDO: PERFIL LONGITUDINAL POZO #5

TUTOR ING. ANGEL BALTODANO

ESCALA:

09

12



PROGRESIVA	0+000	0+020	0+040	0+060	0+080	0+100	0+120	0+140	0+160	0+180	0+200	0+220	0+240	0+260	0+280	0+300	0+320	0+340	0+360	0+380	0+400	0+420	0+440	0+460	0+478													
NIVEL DE TERRENO (msnm)		76.76	77.12	77.41	77.70	77.98	78.27	78.56	78.84	79.13	79.42	79.70	80.58	81.93	83.25	84.49	85.73	86.98	88.28	89.31	90.30	91.74	93.27	94.33	95.29													
COTA DE TUBERIA (msnm)		78.29	78.44	78.49	78.59	78.71	78.97	79.38	79.79	80.22	80.71	81.18	82.08	83.45	84.81	86.07	87.18	88.66	89.81	90.84	91.78	93.18	94.99	96.66	96.82													
DISTANCIA PARCIAL (m)	25.266m	201.078m																				39.43m	42.253m	64.142m										15.922m	27.933m	24.494m	27.096m	43.387m
DISTANCIA ACUMULADA (m)	0.000m	25.768m																				227.348m	231.460m	273.882m										338.191m	354.282m	382.384m	407.483m	434.748m

TEMA: DISEÑO DE RED DE AGUA POTABLE EN EL CASCO URBANO DE LA PAZ CENTRO

NOMBRE: Br. MANGLIO RENÉ SÁNCHEZ SIERRA

CONTENIDO: PERFIL LONGITUDINAL POZO #6


TUTOR ING. ANGEL BALTODANO

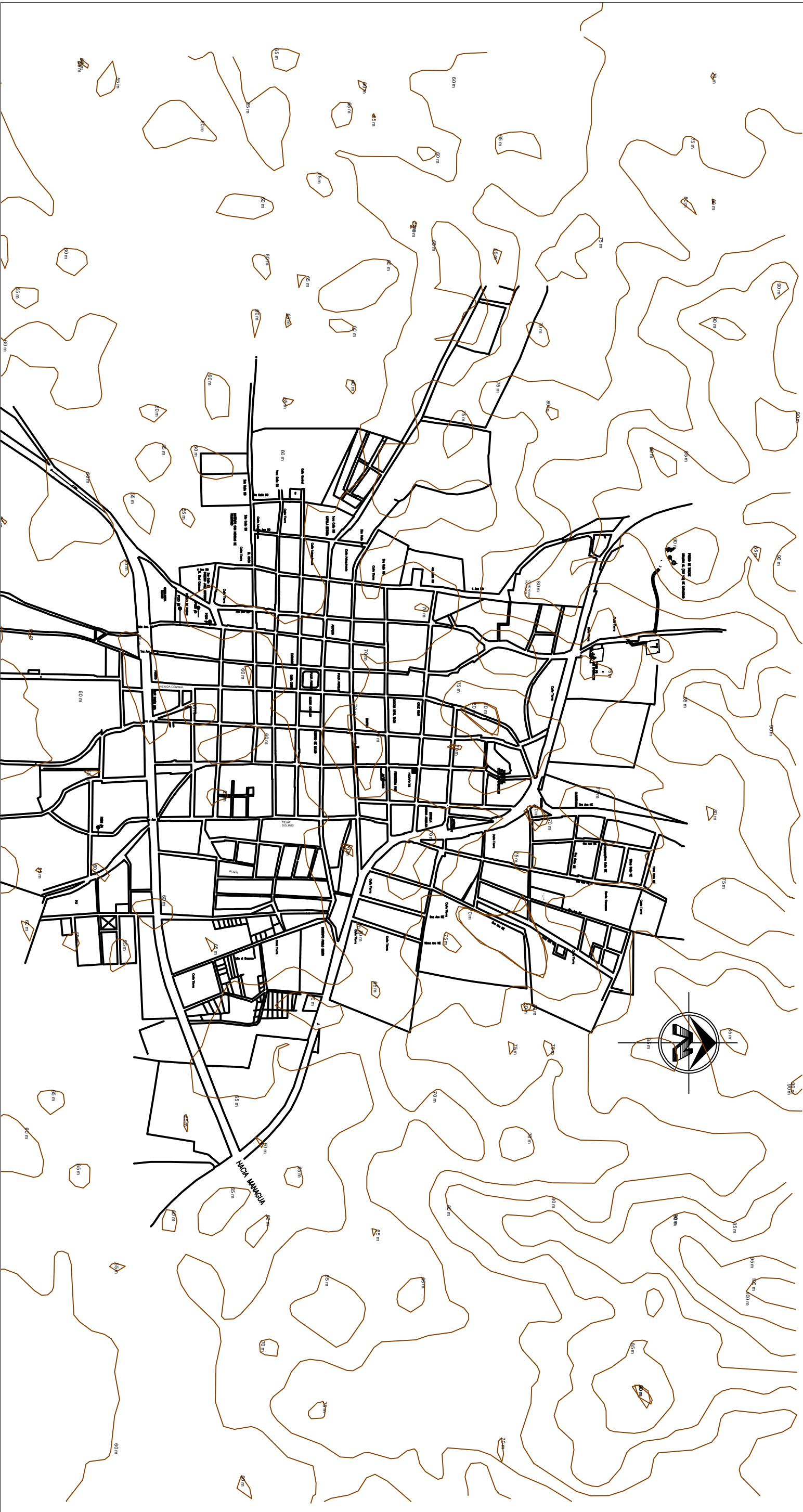
ESCALA:


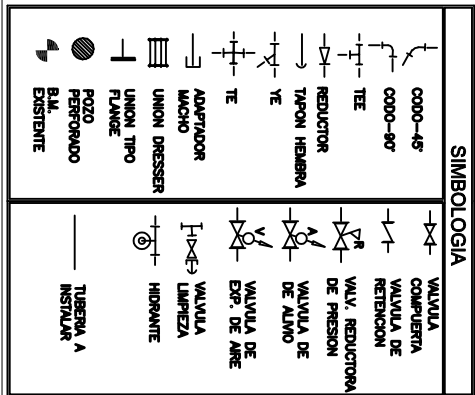
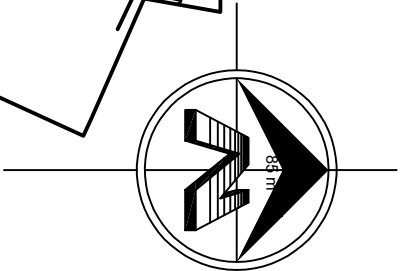
08 / 12

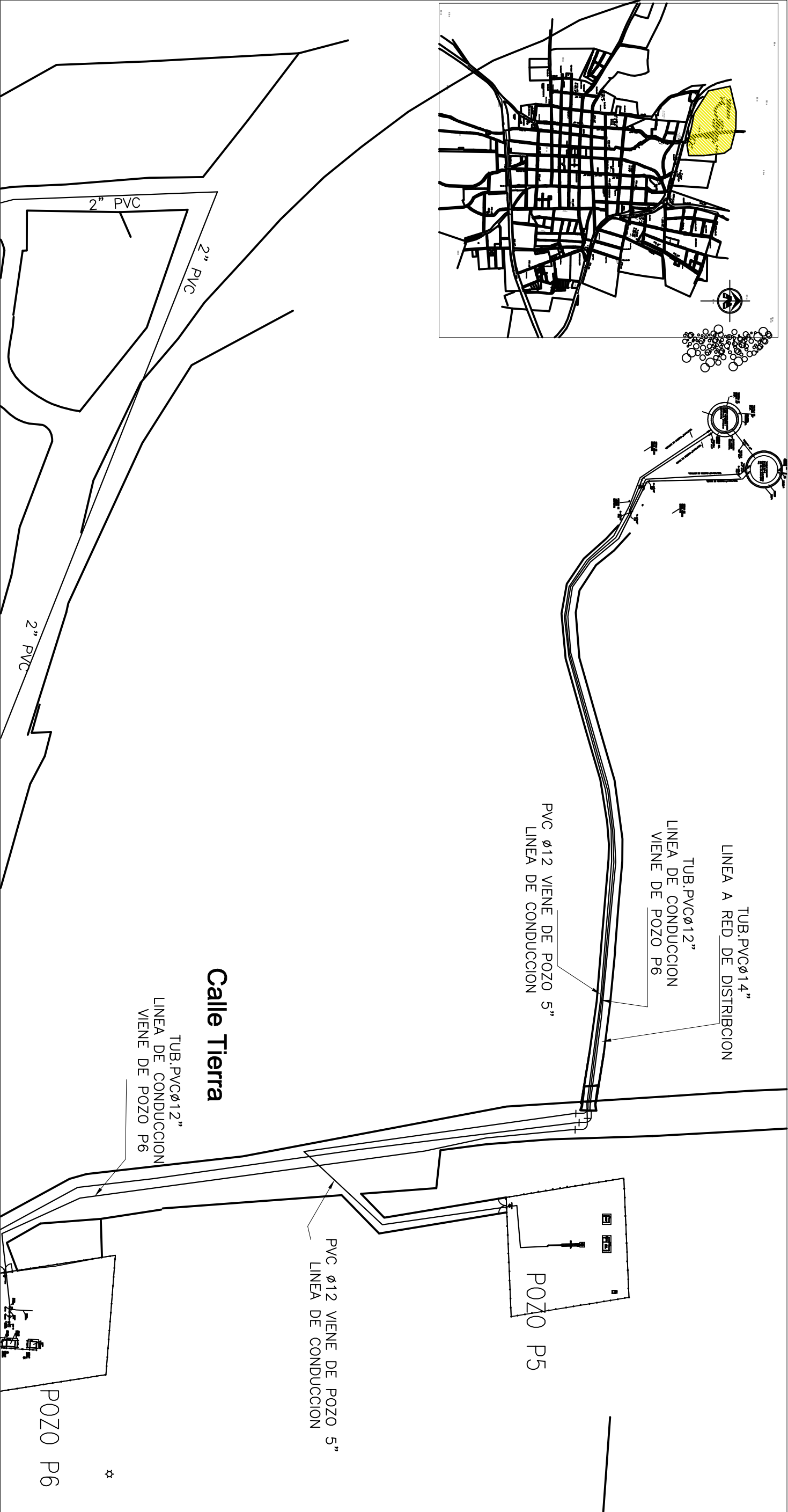



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA.			
PROYECTO: "DISEÑO DE RED DE ABASTECIMIENTO E AGUA POTABLE EN EL CASCO URBANO DE LA PAZ CENTRO.			
TUBERIA A INSTALAR			
ITEM	DESCRIPCION	U.M.	CANTIDAD INSTALADA
1	Suministro e instalación de tubería de 14" PVC SDR 26	ML	300
2	Suministro e instalación de tubería de 12" PVC SDR 26	ML	1548.3
3	Suministro e instalación de tubería de 10" PVC SDR 26	ML	857.7
4	Suministro e instalación de tubería de 8" PVC SDR 26	ML	809.3
5	Suministro e instalación de tubería de 6" PVC SDR 26	ML	2000
6	Suministro e instalación de tubería de 4" PVC SDR 26	ML	2071.88
7	Suministro e instalación de tubería de 3" PVC SDR 2	ML	5541.71
8	Suministro e instalación de tubería de 2" PVC SDR 2	ML	26462.35
TOTAL =			39,591.64

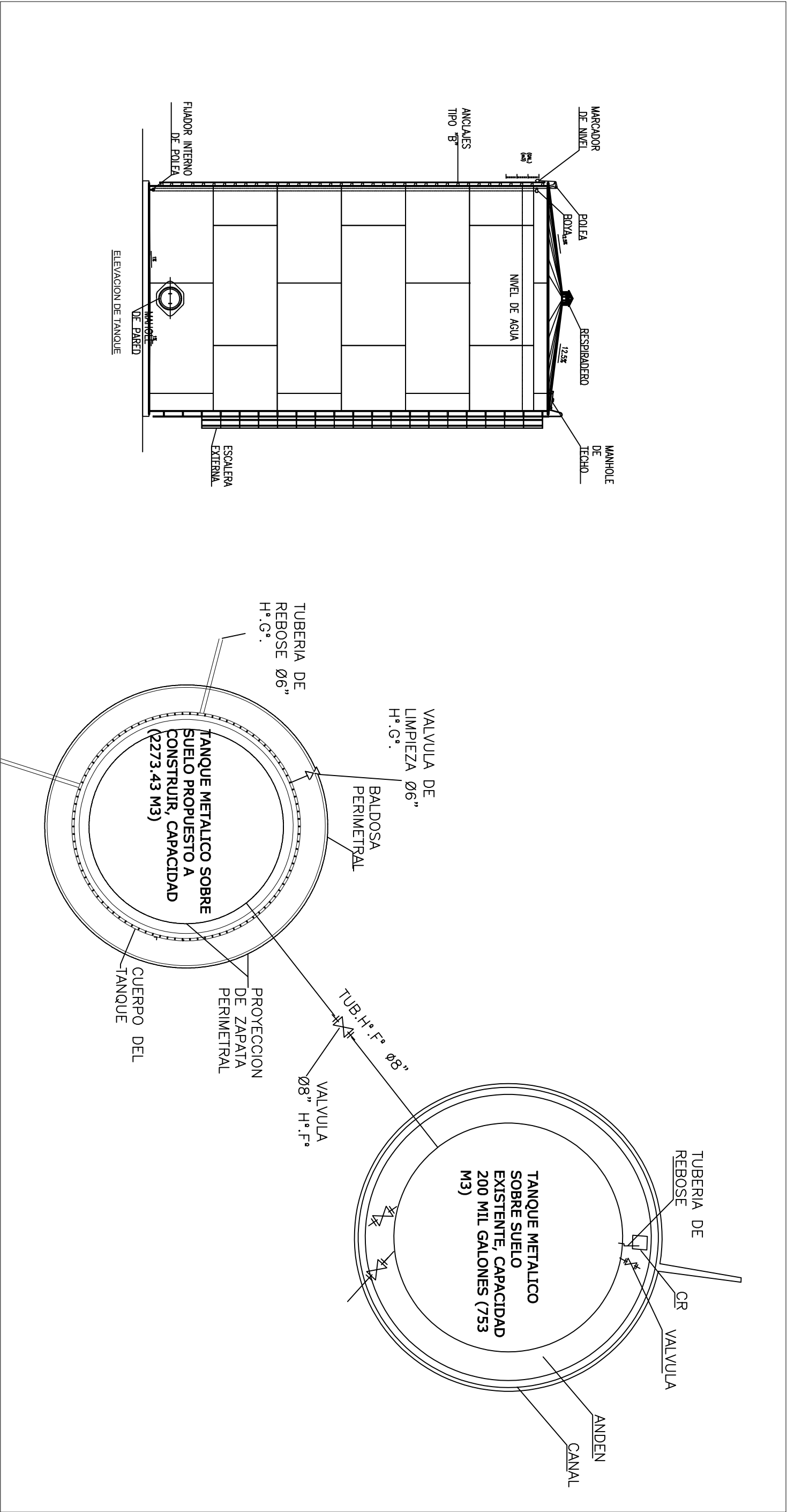
		TEMA: DISEÑO DE RED DE AGUA POTABLE EN EL CASCO URBANO DE LA PAZ CENTRO	
NOMBRE: B. MANGILIO RENÉ SÁNCHEZ SIERRA		TUTOR ING. ANGEL BALTOIANO	
CONTENIDO: CASCO URBANO DE LA PAZ CENTRO		ESCALA: 1:250000	
		02 / 12	






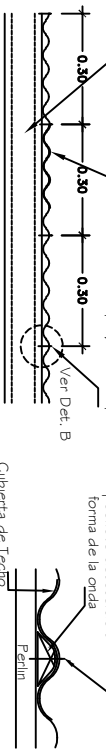


		
TEMA: DISEÑO DE RED DE AGUA POTABLE EN EL CASCO URBANO DE LA PAZ CENTRO		
NOMBRE:Br. MANGLIO RENÉ SÁNCHEZ SIERRA	TUTOR ING. ANGEL BALTODANO	
CONTENIDO: LINEA DE CONDUCCION Y TANQUES	ESCALA: 1:250000	06 12



		
TEMA: DISEÑO DE RED DE AGUA POTABLE EN EL CASCO URBANO DE LA PAZ CENTRO		
NOMBRE: B. MANGLIO RENÉ SÁNCHEZ SIERRA	TUTOR ING. ANGEL BALTODANO	
CONTENIDO: DETALLE DE TANQUES	ESCALA:	09 / 12

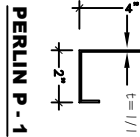
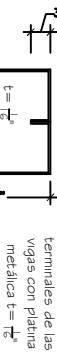
Cubierta de Techo
Perlin 2" x 4" x 1/2" @ Zinc Corr. Cal 26
Perno de 1/2" x 2" con empaque de neopreno
Taco de madera con empaque de neopreno
Perno de 1/2" x 2" con empaque de neopreno



FIJACION DE CUBIERTA

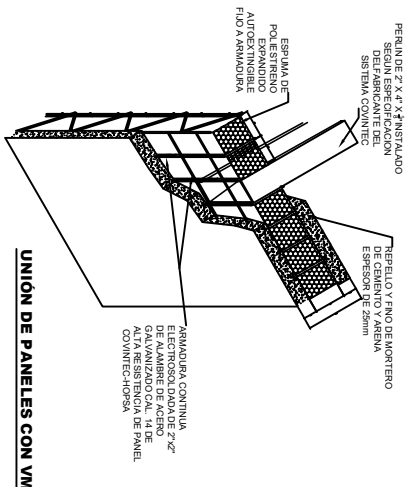
DETALLE B

Cubierta de Techo
Zinc Corr. Cal 26

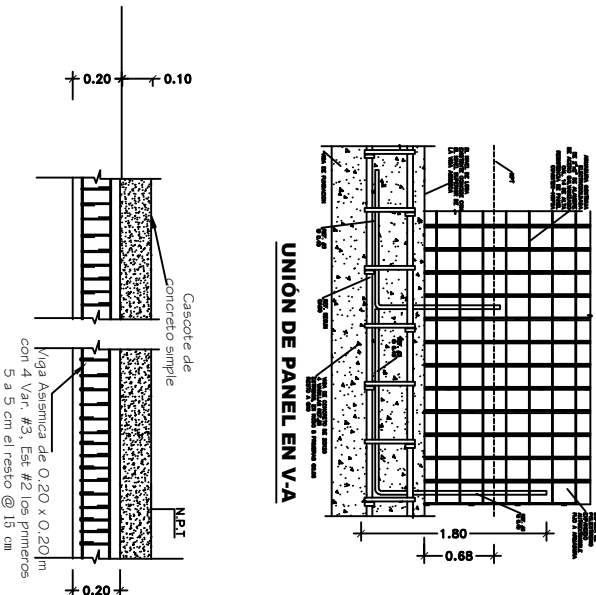


VIGA METALICA

PERLIN P - 1



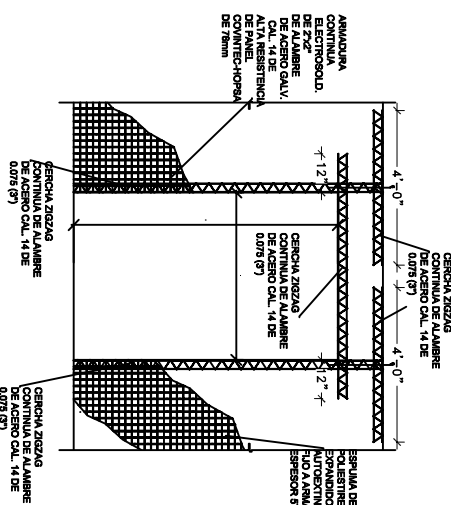
UNION DE PANELES CON VM



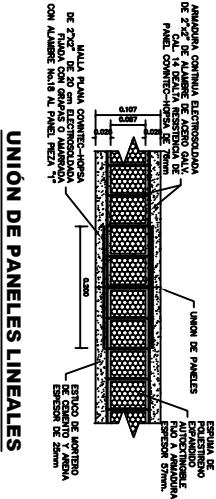
DETALLE DE FUNDACIONES

Sin

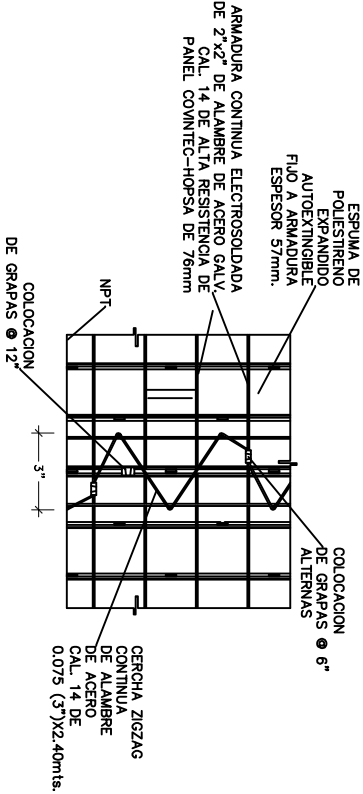
Escala



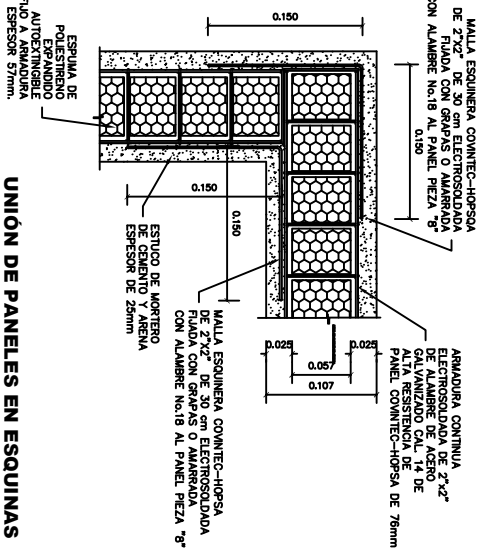
COLOCACION DE REFUERZO EN VANOS DE PUERTAS



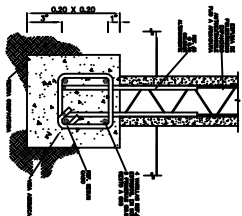
UNION DE PANELES LINEALES



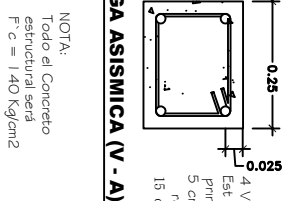
ELEVACION DE UNION DE PANELES LINEALES



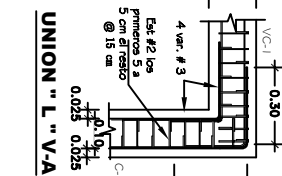
UNION DE PANELES EN ESQUINAS



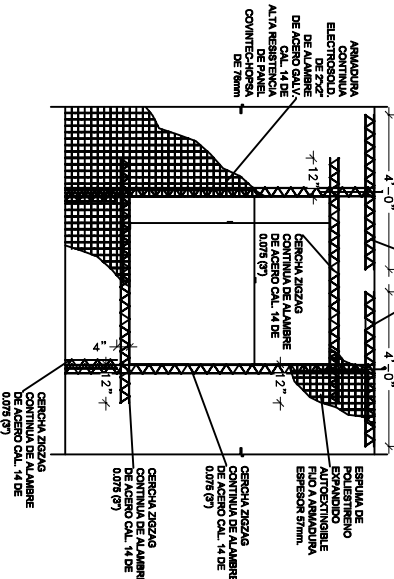
SECCION - UNION DE PANEL EN V-A



VIGA AISISMICA (V - A)



UNION " L " V-A



COLOCACION DE REFUERZO EN VANOS DE VENTANAS

NOTA:
• Ubiques con Estructura Metálica de "L" a la estructura metálica para posteriormente ser empotrado entre el poliestireno y la malla del panel. Estos bastones de análisis se colocan en línea recta, o como alternado (zigzag) a cada 10cm, a 10 cm cada metálica.
• Supervisión de Instalación de Paneles.
En la instalación de los paneles, deberá realizarse las supervisiones de campo necesarias, como suale acualumbar, para garantizar la correcta instalación del sistema.



TEMA: DISEÑO DE RED DE AGUA POTABLE EN EL CASCO URBANO DE LA PAZ CENTRO

NOMBRE: Br. MANGLIO RENÉ SÁNCHEZ SIERRA

TUTOR ING. ANGEL BAL TODANO

CONTENIDO: DETALLE CASETA DE OPERACION

ESCALA: